

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА имени А. Н. БЕКЕТОВА**

М. К. СУХОНОС

**ДУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОРТФЕЛЯМИ
ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ
В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОГО ОКРУЖЕНИЯ**

Монография

**Харьков
ХНУГХ им. А. Н. Бекетова
2016**

УДК 658.26:338.28

ББК 31.19+65.05

С91

Рецензенты:

С. Д. Бушуев, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедры управления проектами Киевского национального университета строительства и архитектуры;

И. В. Чумаченко, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой управления проектами в строительстве и городском хозяйстве Харьковского национального университета городского хозяйства имени А. Н. Бекетова

Рекомендовано к печати

*Ученым советом Харьковского национального университета
городского хозяйства имени А. Н. Бекетова
(протокол № 3 от 30.10.2013 г.)*

Сухонос М. К.

С91 Дуальное управление портфелями энергоинфраструктур-
ных проектов в условиях динамического окружения :
монография / М. К. Сухонос; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва
им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова,
2016. – 430 с.

ISBN 978-966-695-390-5

Работа посвящена разработке концептуальных основ, моделей, методов и механизмов, которые формируют новую методологию портфельного управления развитием энергоинфраструктуры субъектов реального сектора экономики для обеспечения необходимого уровня энергоэффективности и энергобезопасности предприятий в условиях динамичного окружения и существенных ограничений инвестирования.

УДК 658.26:338.28

ББК 31.19+65.05

ISBN 978-966-695-390-5

© М. К. Сухонос, 2016

© ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
РАЗДЕЛ 1 Интегративный подход к управлению энергоинфраструктурой предприятия, ориентированной на развитие	9
1.1 Портфельный менеджмент как концептуальный базис развития энергетической инфраструктуры предприятия	9
1.2 Стратегическая траектория развития энергоинфраструктуры предприятия	21
1.3 Концептуальная модель системы управления энергоинфраструктурой предприятия, ориентированной на развитие	27
РАЗДЕЛ 2 Методические основы портфельного управления развитием энергоинфраструктуры предприятия	49
2.1 Формализация и моделирование основных характеристик компонентов портфеля	49
2.2 Моделирование отношений между произвольными энергоинфраструктурными проектами как компонентами портфеля	72
2.3 Определение базовых характеристик и формирование модели портфеля энергоинфраструктурных проектов	76
РАЗДЕЛ 3 Методология дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов	97
3.1 Дуальное управление портфелем энергоинфраструктурных проектов как сложной организационно-технической системой	97
3.2 Модель адаптивных технологий дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов	112
3.3 Разработка нечеткой лингвистической модели оценки динамичности окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов для определения изменений и формирования адаптивных технологий управления	129

РАЗДЕЛ 4 Процессная модель дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов на основе адаптивных технологий ..	149
4.1 Моделирование процессов адаптивной системы планирования и формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов	151
4.2 Моделирование процессов адаптивной системы мониторинга и контроля портфеля энергоинфраструктурных проектов	166
4.3 Моделирование процессов адаптивной системы управления изменениями	176
РАЗДЕЛ 5 Базовые модели, методы и механизмы адаптивной системы планирования и формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов	186
5.1 Моделирование базовой системы показателей состояний энергетики предприятия как информационного источника для инициации энергоинфраструктурных проектов	186
5.2 Формирование механизмов инициации энергоинфраструктурных проектов	222
5.3 Методология оценки и антецедентного отбора компонентов в портфель энергоинфраструктурных проектов	241
5.4 Описание конфигураций агрегирования энергоинфраструктурных проектов при формировании портфеля	285
5.5 Методология завершающего отбора и приоритезации энергоинфраструктурных проектов	289
5.5.1 Методы и механизмы отбора энергоинфраструктурных проектов при формировании множеств обязательных и основных проектов	289
5.5.2 Разработка метода и механизма приоритезации обязательных и основных энергоинфраструктурных проектов при формировании портфеля энергоинфраструктурных проектов	299

5.6	Определение условий и механизма балансировки портфеля энергоинфраструктурных проектов	309
5.7	Разработка метода и алгоритма формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов	321
РАЗДЕЛ 6 Модели, методы и механизмы адаптивной системы мониторинга и контроля портфеля энергоинфраструктурных проектов		337
6.1	Оценка качества портфельного управления развитием энергоинфраструктуры предприятия ..	337
6.2	Разработка механизма мониторинга как перманентного процесса дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов	374
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		387
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ		392

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях динамичности экономико-политической среды Украины, когда внешние воздействия непрерывно изменяются во времени и заранее не могут быть определены однозначно, нужны новые научно обоснованные подходы к управлению использованием энергоресурсов для устойчивого функционирования и развития украинской экономики.

Особенно остро проблема синтеза системы управления, адаптированной к условиям изменчивости окружения, стоит при осуществлении деятельности предприятий по нормализации и повышению эффективности процессов энергопользования, что способствует обеспечению их конкурентоспособности в рыночной среде за счет повышения энергоэффективности и уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры и соответствующего удельного снижения затрат на производство товаров и услуг благодаря формированию и реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов как основной организационно-технической формы реализации развития.

В современных методологиях проектного менеджмента используется ряд взаимодействующих подходов к управлению, а именно: системный, проектный, процессный, сценарный, проактивный. Эти подходы способствуют эффективной реализации проектной деятельности при информационной достаточности и относительной предсказуемости событий. Но управление портфелем энергоинфраструктурных проектов осуществляется в динамическом окружении, которому свойственны внезапные изменения и почти полная неопределенность, т. е. в условиях недостаточности информации о внешних воздействиях, что в результате приводит к изменению со временем структуры и характеристик самого объекта управления портфеля и влечет за собой необходимость изме-

нения системы и техник управления для поддержания управляемости. Также необходимо учитывать, что для обеспечения устойчивого развития предприятий повышение эффективности их энергетических инфраструктур должно быть перманентным процессом, реализация которого требует значительного инвестиционного обеспечения, что в современных экономических условиях Украины очень проблематично. Таким образом, существует противоречие между стратегическими целями развития энергетических инфраструктур предприятий и отсутствием средств их достижения в виде новых подходов к управлению такими динамическими системами с учетом инвестиционных ограничений.

Это обуславливает необходимость в формировании новой методологии управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, основанной на принципе сочетания изучения объекта и управления им.

В этой ситуации управляющие воздействия носят двойственный – дуальный характер. Они служат средством как узнавания объекта, так и направления его к желаемому состоянию.

Дуальное управление было открыто и существенно развито А.А. Фельдбаумом на основе теории статистических решений. Такой подход является наилучшим в тех случаях, когда задана априорная плотность распределения внешних воздействий и параметров объекта управления, а показателем оптимальности является полный риск. В то же время такой путь решения является достаточно сложным и может быть применим только в сравнительно простых случаях. Так как ощутимый недостаток в априорной информации относится также и к плотностям распределения, то имеет смысл использовать адаптацию.

Таким образом, проблема создания концептуальных основ, моделей, методов и средств, которые формируют но-

вую методологию дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов в условиях динамического окружения, а также наличия существенных инвестиционных ограничений, на основе адаптивного подхода с целью повышения эффективности энергоинфраструктуры субъектов реального сектора экономики является актуальной как в научном, так и в прикладном аспекте.

Целью данной работы является создание концептуальных основ, моделей, методов и средств, которые формируют новую методологию портфельного управления развитием энергоинфраструктуры субъектов реального сектора экономики для обеспечения необходимого уровня энергоэффективности и энергобезопасности предприятий в условиях динамического окружения и существенных ограничений инвестирования.

Основными ее научными результатами являются новые научно-методологические основы – модели и методы адаптивных технологий дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов в условиях неопределенности, изменчивости характеристик объекта, его структуры, динамичности окружения и ограниченности инвестиционного обеспечения.

РАЗДЕЛ 1

ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА РАЗВИТИЕ

1.1 Портфельный менеджмент как концептуальный базис развития энергетической инфраструктуры предприятия

Энергоинфраструктура предприятия представляет собой сложную разветвленную структуру, характеризующуюся взаимосвязанными энергетическими и коммуникационными потоками различного вида и назначения посредством управленческих механизмов. По сути, она является жизнеобеспечивающей системой любого предприятия, определяющей не только результативность и устойчивость его текущего функционирования, но и потенциал развития в технологических, экономических и других аспектах.

Сегодня результативность функционирования и развития самой энергоинфраструктуры определяется тем, насколько ее система управления соответствует быстро изменяющимся условиям; необходимы методы и средства, которые позволяют осуществлять такие изменения целенаправленно.

Энергоинфраструктурный проект как основная организационная форма реализации изменений предполагает, что эти изменения должны быть реализованы в рамках определенных ограничений по срокам, стоимости и качеству. Наличие этих ограничений предъявляет специальные требования к методам управления. Проект становится центром затрат и прибыли, что позволяет организовать учет человеческих, материальных и финансовых затрат и выстроить систему мотивации, базирующуюся на результатах конкретных проектов.

В проектной форме может осуществляться деятельность предприятий по повышению энергоэффективности и энергобезопасности в самых разных направлениях [28, 34, 197, 198, 199, 206, 244]. К ним, например, относятся:

- ✓ реконструкция и капитальный ремонт зданий и сооружений;
- ✓ замена, установка и наладка оборудования;
- ✓ внедрение автоматизированных систем;
- ✓ проведение работ исследовательского (энергомониторинг) и методологического характера;
- ✓ организационные мероприятия;
- ✓ обучение и т.д.

Кроме того, в проектной форме часто целесообразно выполнять и некоторые задачи операционного характера в рамках стационарных технологических процессов (нормирование, учет потребления энергоресурсов на каждом этапе производственного процесса).

Таким образом, развитие энергоинфраструктуры достаточно масштабный процесс, имеющий непрерывный характер и предполагающий множество вариантов достижения целей, что подразумевает переход от «точечных изменений», выполняющихся через отдельные программы и проекты, к осуществлению согласованного, поступательного и сбалансированного развития, реализующего весь комплекс стратегических целей с учетом ограниченности ресурсов предприятия. Вместе с тем, как правило, энергоинфраструктурные проекты выполняются не изолированно, а зависят от успеха реализации других проектов и текущей операционной деятельности. Несогласованность планов может привести к конфликтам приоритетов и необеспеченности проектов ресурсами. Добиться максимального эффекта от проектного менеджмента на предприятии позволит комплексное применение проектных подходов к управлению на всех уровнях при-

нения решений. А это, в свою очередь, приводит к необходимости внедрения новой управленческой парадигмы – портфельного управления.

Следовательно, портфельный менеджмент можно рассматривать как полноценную методологическую, организационную и инструментальную среду управления развитием энергоинфраструктуры, представляющую собой единую структуру взаимосвязанных объектов управления: стратегический план, портфель, разновидности проектов, фазы жизненного цикла проекта, а также организационная структура и взаимосвязанные процессы управления [28, 40, 41, 52, 53, 59, 85, 168, 295].

Под *энергоинфраструктурным проектом* в данной работе понимается комплекс взаимосвязанных мероприятий и решений, внедрение которых позволит повысить эффективность использования энергоресурсов, а также достичь необходимого уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры предприятия. Под мероприятием понимается техническое или организационное решение (комплекс решений), реализация которого:

- ✓ обеспечивает удельную экономию потребления энергоресурсов на единицу продукции;

- ✓ увеличивает эффективность использования энергоресурсов (т.е. при том же объеме потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) увеличивается объем производства);

- ✓ изменяет затраты на эксплуатацию технического оборудования или поддержание технологических процессов;

- ✓ повышает эффективность организации и управления энергоинфраструктурой;

- ✓ снижает или устраняет возможность возникновения угроз энергетической безопасности.

Реализуемые энергоинфраструктурные проекты, кроме разной направленности, имеют существенные различия в масштабах, продолжительности, сложности, стоимости и т.д. Чтобы дать систематизированное представление обо всех энергоинфраструктурных проектах, необходимо сформулировать четкие признаки классификации [13, 160].

В качестве наиболее важных для энергоинфраструктурных проектов оснований классификации целесообразно выделить следующие:

1. Назначение (результат) проекта:

- ✓ повышение энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятия;
- ✓ повышение уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры предприятия.

В свою очередь, энергоинфраструктурные проекты по повышению энергоэффективности подразделяются по конечному результату на две группы:

- 1) увеличивающие выпуск готовой продукции предприятия;
- 2) не приводящие к изменению выпуска (обеспечивающие экономию энергоресурсов и капиталовложений).

В первой группе также можно выделить укрупненные технико-экономические направления:

- увеличение мощности предприятия;
- снижение расхода энергии на собственные нужды;
- повышение эффективности работы оборудования;
- сокращение продолжительности ремонтных работ (простоя оборудования в ремонте).

Во второй группе можно выделить следующие направления:

- экономия сырьевых ресурсов:
 - а) увеличение использования сырьевых ресурсов;

б) повышение коэффициента полезного действия (КПД);

- экономия трудовых ресурсов и сокращение расходов на дополнительную оплату труда:

- а) автоматизация производственных процессов;

- б) совершенствование организации труда;

- в) совершенствование организационной структуры управления;

- г) улучшение условий труда;

- экономия материальных ресурсов и затрат на энергоресурсы и материалы:

- а) сокращение расхода энергоресурсов и материалов;

- б) замена энергоресурсов на более дешевые;

- экономия материальных вложений (средств амортизационного фонда), в частности, повышение долговечности (срока службы) оборудования, отдельных узлов и элементов.

2. Содержание:

- ✓ организационные: исследование резервов повышения эффективности и надежности энергопользования, мотивация сотрудников, организация нормирования энергопотребления, организация системы управления энергоинфраструктурными проектами и др.;

- ✓ технологические: установка дополнительного энергетического оборудования (теплообменники, автоматические регуляторы энергопотребления и др.), замена старого оборудования на новое, менее энергоемкое, строительство и монтаж объектов инженерной инфраструктуры (отопление и вентиляция, водоснабжение, освещение зданий и т.п.), установка альтернативных источников энергии.

Эта классификация определяет все виды энергоинфраструктурных проектов предприятия, имеющие принципиально различающиеся жизненные циклы и подходы к документированию, управлению качеством, стандартизации.

Отметим, что, помимо указанных проектов, в рамках стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия могут реализовываться и другие проекты, которые относятся к самым различным областям: информационным технологиям (например, установка автоматизированных систем управления и учета энергопотребления), обучение персонала и др.

3. *Экономия топливно-энергетических ресурсов* (рис. 1.1) [244]:

- ✓ снижение удельного потребления энергии;
- ✓ замещение используемых энергоресурсов иными источниками энергии;
- ✓ повышение коэффициента использования ТЭР.



Рисунок 1.1 – Классификация энергоинфраструктурных проектов по экономии ТЭР

Вместе с тем при определении энергетической эффективности энергоинфраструктурных проектов следует учитывать ряд факторов, которые могут приводить к увеличению потребления ТЭР, но при этом как совершенствовать саму

технологии, так и повышать качество конечной продукции либо услуги. К факторам, повышающим удельный расход ТЭР, можно, прежде всего, отнести охрану окружающей среды, повышение безопасности и надежности энергоинфраструктуры, а также повышение (расширение) потребительских качеств продукции.

4. Вид и состав получаемого экономического эффекта:

✓ проекты, не влияющие на производственный процесс. Экономический эффект реализации данного типа проектов может достигаться за счет сокращения энергетических потерь и издержек производства, передачи и распределения энергии на ТЭЦ и в котельных, в компрессорных и холодильных станциях и т.п.; тепловых, электрических и других энергетических сетях; в трансформаторах, центральных бойлерных и т.п.;

✓ проекты, влияющие на производственный процесс. При реализации подобных проектов могут изменяться количество и качество энергии, передаваемой из системы энергоснабжения в систему энергопользования, а в результате – реконструируется или интенсифицируется производственный процесс. Экономический эффект в этом случае достигается за счет сокращения объемов потребления энергии и сокращения издержек при производстве, передаче и распределении энергии, а также получения выгод в самом производственном процессе (увеличение выпуска продукции, повышение ее качества, сокращение расхода материалов и т.д.);

✓ проекты, не влияющие на технологический процесс. К этим проектам относятся все работы во вспомогательных системах обеспечения основного технологического процесса (например, отопление, вентиляция, горячее водоснабжение, освещение), а также во вспомогательных цехах, службах, если они непосредственно не влияют на основной технологиче-

ский процесс. Экономический эффект в этом случае достигается за счет сокращения объемов потребления энергии во вспомогательном производстве, а также сокращения эксплуатационных расходов в основном и вспомогательном производстве;

- ✓ проекты, влияющие на технологический процесс. Таких проектов большинство, так как энергопотребляющие агрегаты прямо встроены в технологический процесс. Экономический эффект в этом случае достигается за счет сокращения объемов потребления энергии и сокращения эксплуатационных расходов в основном производстве;

- ✓ проекты, повышающие надежность работы энергоустановок. Они могут осуществляться как в системе энергоснабжения, так и в системе энергопользования. Экономический эффект в данном случае определяется по предотвращенному (или сниженному) ущербу от некачественного энергоснабжения и энергопотребления (например, от перебоев в энергоснабжении, отклонения параметров энергии от заданных и т.п.).

5. Источники финансирования проекта [293]:

- ✓ собственные средства;
- ✓ государственное субсидирование;
- ✓ кредитование;
- ✓ средства сторонних организаций.

Классификация определяет виды проектов, различающиеся процедурами планирования и выделения финансовых средств, контроля и отчетности.

6. Также **в зависимости от количества необходимых для их реализации инвестиций** энергоинфраструктурные проекты подразделяются на беззатратные, малозатратные, средnezатратные и высоkozатратные. В частности, беззатратные – это в основном режимные мероприятия, не требующие для реализации инвестиционных затрат.

7. *Роль предприятия при выполнении проекта* – генеральный заказчик, субподрядчик, управляющая компания. Классификация определяет виды проектов, различающиеся процедурами контроля и отчетности, организационной структурой.

8. Соответственно энергоинфраструктурные проекты подразделяются *в зависимости от продолжительности их жизненных циклов*: краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные.

9. *Масштабность* энергоинфраструктурного проекта – комбинация стоимости и продолжительности проекта (табл. 1.1). Классификация определяет виды проектов, различающиеся уровнем вовлекаемых должностных лиц, степенью формализации процедур управления, требованиями к управленческой отчетности.

Таблица 1.1 – Классификация энергоинфраструктурных проектов по масштабности

Длительность \ Стоимость	Беззатратные	Малозатратные	Среднезатратные	Высокозатратные
Краткосрочные	Малый	Малый	Средний	Средний
Среднесрочные	–	Малый	Средний	Крупный
Долгосрочные	–	Средний	Крупный	Крупный

10. *Сложность проекта* – комбинация производственных, технологических и организационных параметров проекта (табл. 1.2). К технологическим параметрам относится новизна реализуемых решений, к организационным – количество различных заинтересованных сторон, вовлекаемых в реализацию проекта. Классификация позволяет выделить виды проектов, различающихся с точки зрения организационной структуры, – количество уровней управления, уровень вовлекаемых должностных лиц, необходимость привлечения экспертов.

Таблица 1.2 – Классификация энергоинфраструктурных проектов по сложности

<div> <div>Заинтересованные стороны</div> <div>Новизна</div> </div>	Одна заинтересованная сторона	Две заинтересованные стороны	Более двух заинтересованных сторон
Стандартное решение	Низкая сложность	Низкая сложность	Средняя сложность
Модернизированное решение	Низкая сложность	Средняя сложность	Средняя сложность
Известное на рынке решение	Средняя сложность	Высокая сложность	Высокая сложность
Новое (инновационное) решение	Средняя сложность	Высокая сложность	Высокая сложность

Представленная классификация может быть дополнена производственными параметрами, учитывающими, например, количество видов работ (в соответствии со схмотехническим решением). Тогда результирующую сложность проекта нужно будет представлять трехмерной матрицей свертки.

Кроме рассмотренных выше, могут использоваться и другие классификации, определяющие различия энергоинфраструктурных проектов уже не по внутренним параметрам, а по их позиционированию в портфеле проектов. Например, с точки зрения **целеполагания** проекты подразделяются на:

✓ **обязательные** – стратегические энергоинфраструктурные проекты, выполняющие задачи повышения уровня энергетической безопасности производственных процессов и снижения негативного влияния на региональную энергосистему. Необходимость включения их в портфель обусловлена законодательными и нормативными требованиями;

✓ **основные**, в том числе инновационные – энергоинфраструктурные проекты, решающие стратегические и тактические задачи повышения энергетической эффективности и энергобезопасности энергоинфраструктуры в основном за

счет совершенствования существующих или применения новых инновационных технологий;

✓ вспомогательные – организационные (режимные) энергоинфраструктурные проекты, не требующие инвестиционных вложений.

Также объектом портфельного управления является **жизненный цикл** энергоинфраструктурного проекта. От того, насколько эффективно организован процесс управления по всем стадиям жизненного цикла проекта, зависит судьба как самого проекта, так и портфеля в целом.

Жизненный цикл проекта принято делить на фазы, фазы – на стадии, стадии – на этапы. Фазы жизненного цикла энергоинфраструктурного проекта могут различаться в зависимости от сферы его реализации и принятой системы организации работ. Однако у каждого проекта можно выделить *начальную* (прединвестиционную) фазу, *фазу реализации* проекта и *фазу завершения* работ по проекту. Это может показаться очевидным, но понятие жизненного цикла энергоинфраструктурного проекта является одним из важнейших, поскольку именно текущая стадия определяет задачи и виды деятельности, используемые методики и инструментальные средства.

Традиционный жизненный цикл проекта включает следующие стадии [273]:

- ✓ инициацию;
- ✓ планирование;
- ✓ выполнение;
- ✓ закрытие.

Поскольку большинство энергоинфраструктурных проектов являются по своей сути технологическими и связаны с установкой дополнительного энергоэффективного оборудования либо заменой старого оборудования на новое, менее энергоемкое, целесообразно детализировать фазы жиз-

ненного цикла именно данного вида проектов. В любом другом случае можно использовать традиционный набор этапов жизненного цикла.

При формировании жизненного цикла технологических энергоинфраструктурных проектов естественно отталкиваться от жизненного цикла продукта проекта. Этот жизненный цикл включает следующие стадии (рис. 1.2) [244]:

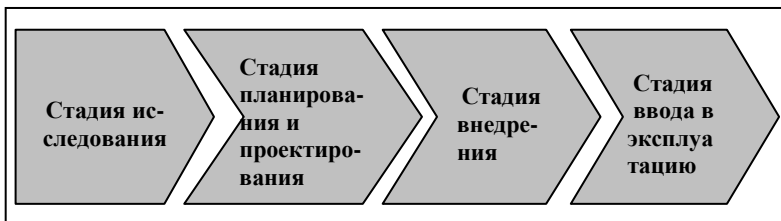


Рисунок 1.2 – Стадии жизненного цикла энергоинфраструктурного проекта

1. Исследование возможностей – проведение энергетического мониторинга и оценка уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры, определение резервов повышения эффективности энергопотребления, анализ вариантов и выбор концепции, предпроектный анализ, разработка и утверждение стратегии реконструкции либо замены. Эта, по сути, предпроектная стадия часто выполняется как самостоятельный проект, результатом которого являются: заключение энергоресурсаудита о потенциальной возможности повышения энергоэффективности и надежности на конкретном объекте и в целом по энергоинфраструктуре предприятия; коммерческие предложения или тендерная документация, содержащая концепцию объекта и другую необходимую информацию.

2. Планирование и проектирование – разработка проектно-сметной документации, подготовка схемотехнических решений и подготовка детальных календарно-ресурсных планов, формулирование условий и положений контрактов, за-

ключение контрактов с поставщиками и подрядчиками. Разработка проектно-сметной документации также может быть самостоятельным (коммерческим) проектом.

3. Внедрение – при необходимости создание объекта, осуществление требуемых поставок, монтажные работы, пусконаладочные работы, тестирование и т.д.

4. Ввод в эксплуатацию – приемно-сдаточные испытания, ввод в эксплуатацию, обслуживание.

Необходимо отметить, что первая стадия энергоинфраструктурного проекта является наиболее важной, в определенной степени определяющей успех проекта в целом, а последующие три являются ее логическим развитием.

Для повышения эффективности управления энергоинфраструктурными проектами предполагается разбивка стадий проекта на этапы, что подробно описано в [244].

Анализируя стадии и этапы жизненного цикла технологического энергоинфраструктурного проекта, можно предположить, что его реализация сопряжена с реализацией множества других предшествующих либо сопутствующих проектов, а результаты внедрения могут послужить источником инициации последующих проектных решений. При этом необходимо подобрать такую комбинацию проектов, которая бы обеспечивала наибольший эффект для достижения стратегических целей.

1.2 Стратегическая траектория развития энергоинфраструктуры предприятия

Стратегия развития энергоинфраструктуры, ориентированная на повышение ее эффективности, представляется органичным элементом стратегии развития предприятия. Основой ее разработки служат всесторонний анализ и выявление резервов повышения энергоэффективности и энергобесто-

пасности. Поиск и реализация резервов могут происходить как на стадии разработки стратегического плана, так и в ходе его выполнения [8, 65, 108].

При разработке стратегии развития энергоинфраструктуры целесообразно использовать логистический подход, а именно метод «логистической карты» [108, 222, 228]. В данном случае «логистическая карта» – это четкая последовательность целенаправленных действий в организационной, нормативной, производственно-технической, финансово-экономической, научной и инновационной сферах, обеспечивающих удельное снижение потребления энергетических ресурсов, замену дорогих дефицитных топливно-энергетических ресурсов на более доступные, повышение эффективности их использования, повышение безопасности системы энергопользования и др.

Таким образом, базовые принципы логистической карты должны быть направлены преимущественно на преодоление причин высокой энергоемкости предприятий и минимизацию уровня воздействия внешних и внутренних угроз на энергетическую безопасность. Они могут быть представлены в виде следующих восьми этапов:

- ✓ составление и анализ топливно-энергетических балансов технических объектов энергоинфраструктуры;
- ✓ объективный и достоверный анализ эффективности энергоинфраструктуры (энергомониторинг, индикативный анализ уровня энергобезопасности);
- ✓ разработка нормативов расхода топливно-энергетических ресурсов;
- ✓ формирование условий для организации полного приборного учета всех энергоресурсов;
- ✓ оценка потенциала экономии по энергоресурсам, отдельным объектам энергоинфраструктуры и временным ориентирам;

- ✓ формирование и внедрение системы мотивации к эффективному энергопользованию на предприятии;
- ✓ разработка комплекса энергоинфраструктурных проектов и формирование портфеля;
- ✓ формирование системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов.

Графически пример логистической карты стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия представлен на рисунке 1.3.

Аналитически метод «логистической карты» представляется как задача оптимизации целевой функции с ограничениями.

Целью оптимизации является получение максимального энергетического эффекта, максимально возможной удельной экономии энергетических ресурсов при поддержании заданного уровня энергобезопасности:

$$\sum_i W_i \Rightarrow \max, \quad (1.1)$$

где i – энергетический ресурс (электроэнергия, тепло, газ, вода, уголь, нефтепродукты и т.д.).

Суммирование разных энергоресурсов осуществляется с использованием калорийных коэффициентов k_i с переходом к условному топливу или нефтяному эквиваленту [191]:

$$\sum_i k_i W_i \Rightarrow \max. \quad (1.2)$$

Применительно к структуре управления энергоинфраструктурой предприятия эффект необходимо определять по каждому энергетическому объекту m (или подразделению):

$$\sum_m \sum_i k_i W_{im} \Rightarrow \max. \quad (1.3)$$

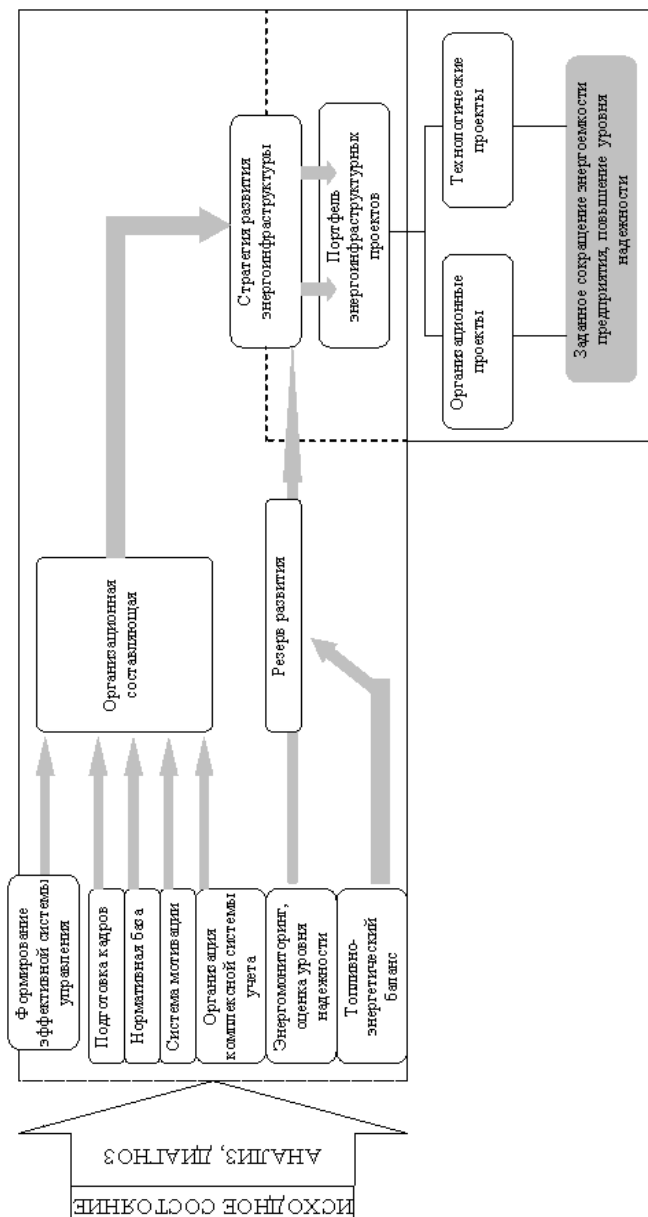


Рисунок 1.6 – Графическое изображение логистической карты стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия

На каждом j -м рубеже (этапе) «логистической карты» эффекты могут существенно различаться, поэтому необходимо суммировать и по рубежам:

$$\sum_j \sum_m \sum_i k_i W_{imj} \Rightarrow \max . \quad (1.4)$$

Сам по себе энергетический эффект в тоннах условного топлива (т у.т.) или других натуральных единицах измерения (кВт·ч и др.) мало показателен. Поэтому его целесообразно либо перевести в относительные единицы:

$$\frac{\sum_j \sum_m \sum_i k_i W_{imj}}{W_Z} \times 100\% , \quad (1.5)$$

где W_Z – суммарное потребление энергоресурсов на предприятии, т у. т, либо представить в виде денежного эквивалента, полагая известной цену (тариф) каждого энергоресурса n_i :

$$\sum_j \sum_m \sum_i n_i W_{imj} \Rightarrow \max . \quad (1.6)$$

Реализация стратегии развития энергоинфраструктуры через осуществление портфеля энергоинфраструктурных проектов требует определенных затрат $З_{imj}$. Тогда целевую функцию можно представить в виде:

$$F = \sum_j \sum_m \sum_i (n_i W_{imj} - З_{imj}) \Rightarrow \max . \quad (1.7)$$

Таким образом, экономические эффекты могут быть определены по каждому энергоресурсу i , каждому энергетическому объекту m и каждому рубежу j «логистической карты».

В качестве ограничений при оптимизации должны быть приняты балансы по энергоресурсам и денежным потокам:

$$\sum (W_{\Pi} - W_{и} - W_{imj}) = 0; \quad (1.8)$$

$$\sum (З_{\Pi} - З_{imj}) = 0, \quad (1.9)$$

где W_{π} – запланированный объем потребляемых ТЭР (без учета реализации проектов);

$W_{\text{и}}$ – объем использованных ТЭР;

W_{inj} – натуральный объем сэкономленных энергоресурсов;

Z_{π} – запланированный объем денежных средств для осуществления портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Задача сводится к алгоритму Лагранжа поиска условного экстремума (максимума) функции [3, 93, 98]. Для ее решения следует:

- ✓ составить функцию Лагранжа;
- ✓ получить выражение для частных производных функции Лагранжа и приравнять их к нулю;
- ✓ решить систему уравнений относительно неизвестных W_{inj} .

Это и будет искомое решение.

Таким образом, методология «логистической карты» позволяет разработать базовые принципы (рубежи) и найти математически оптимальный порядок осуществления мероприятий по повышению энергетической эффективности и надежности. Не всегда удается однозначно связать величину получаемого энергетического эффекта с затратами, необходимыми для его достижения. Но даже в этом случае получаемые решения являются осознанными и эффективными [159].

«Логистическая карта» определяет последовательность перехода от рубежа к рубежу и порядок действий для реализации стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия. На каждом рубеже в результате анализа определяется набор проектов, актуальных для данного этапа. Это позволяет выявлять наиболее весомые проблемы для конкретного момента времени, периодически оценивать сделанное и корректировать направление движения.

1.3 Концептуальная модель системы управления энергоинфраструктурой предприятия, ориентированной на развитие

Используемый на практике оперативный подход к управлению энергетикой предприятия не позволяет обоснованно инициировать и эффективно реализовывать энергоинфраструктурные проекты, направленные на повышение эффективности и надежности процессов энергопотребления, т.е. развитие энергоинфраструктуры.

Поэтому актуализируется проблема формирования механизма, позволяющего наилучшим образом решать задачи управления проектами развития энергетической инфраструктуры предприятия для достижения поставленных стратегических целей.

Исследователи данной проблематики в качестве варианта решения предлагают использовать механизмы энергетического менеджмента, т.е. систем и техник управления энергосбережением. Однако такой подход позволяет решить только часть управленческих задач развития энергоинфраструктуры предприятия.

Учитывая специфику и масштабность данного вида деятельности, построение проектно-ориентированной системы управления должно основываться на принципах синергизма, т.е. синтеза портфельного менеджмента с оперативным управлением энергопотреблением, энергетическим менеджментом, направленным на повышение показателей энергоэффективности и энергобезопасности, стратегическим управлением.

На рисунке 1.4 представлены основные взаимосвязи портфельного управления с вышеуказанными системами и другими системами и процессами управления предприятием.

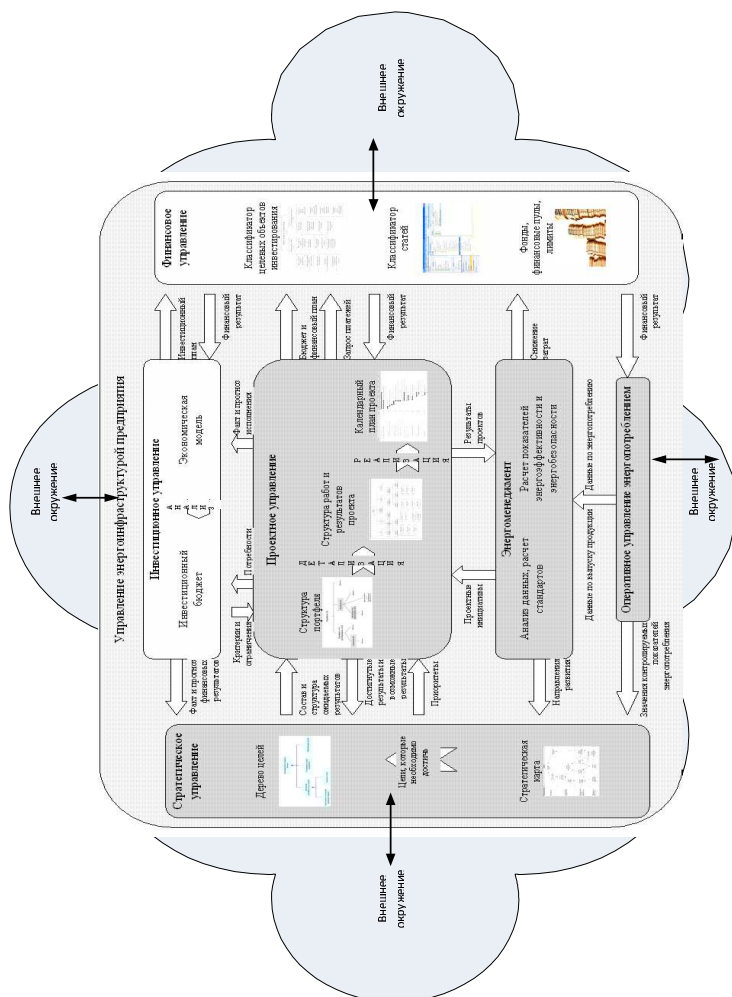


Рисунок 1.4 – Модель проектно-ориентированной системы управления развитием энергоинфраструктуры предприятия

Как видно из представленной схемы, связующим звеном, а по сути – и объектом управления указанной системы является портфель энергоинфраструктурных проектов. Поэтому целесообразно детализировать его взаимосвязи с процессами других систем в рамках предложенной модели.

1. Взаимосвязь управления портфелем энергоинфраструктурных проектов со стратегическими и тактическими процессами управления.

Обобщенные взаимосвязи стратегических и тактических процессов управления развитием энергоинфраструктуры предприятия представлены стрелками на схеме (рис. 1.5) [73].



Рисунок 1.5 – Обобщенные взаимосвязи процессов управления развитием энергоинфраструктуры предприятия

Вершина треугольника («Видение», «Миссия» и «Стратегия и стратегические цели») включает процессы, необходимые для определения вектора стратегических направлений развития энергоинфраструктуры предприятия в контексте общих стратегических целей предприятия.

Средний блок треугольника («Энергоменеджмент», «Управление портфелем») отображает процессы, которые конкретизируют стратегические цели и формируют необходимые действия для их достижения. Эти процессы взаимодействуют с основанием треугольника, где оцениваются: вклад по всей оперативной деятельности в повышение эффективности энергопотребления и вклад проектной деятельности в создание возможностей для этого.

«Оперативное управление энергопотреблением» и «Управление программами/проектами», формирующие основание треугольника, соответствуют тем компонентам, которые гарантируют, что энергоменеджмент и управление портфелем энергоинфраструктурных проектов производятся эффективно и обоснованно.

На уровне стратегического управления решаются вопросы реализуемости стратегии развития энергоинфраструктуры и ее влияния на изменение общей ценности предприятия.

На уровне тактического менеджмента детализируются стратегические цели и задачи, которые должны быть четко определены и снабжены измерителями исполнения; определяются тактические способы достижения целей; определяется способ управления; реализуется управление выделенными ресурсами и финансовыми средствами; достигаются поставленные цели; корректируется стратегия; выполняется динамическое согласование портфеля энергоинфраструктурных проектов со стратегией.

Проекты и программы являются непосредственным инструментом для достижения стратегических целей. При этом логика управления в данном сегменте следующая:

- ✓ стратегические намерения и расстановка приоритетов определяют принципы распределения ресурсов и финансовых средств в рамках портфеля;

✓ стратегические намерения проецируются на компоненты портфеля, включая распределение финансовых средств и ресурсов;

✓ компонентами портфеля управляют в соответствии с принципами и подходами портфельного управления;

✓ каждая программа соответствует назначенному подмножеству общих стратегических намерений развития энергоинфраструктуры, которые достигаются посредством выделения финансовых и иных ресурсов, и может управляться в соответствии с принципами программного управления [169, 284, 296];

✓ каждый проект связан с вкладом в стратегические цели и может управляться в соответствии с принципами проектного управления [170, 288, 295];

✓ помимо программ и проектов, в рамках портфеля могут инициироваться другие работы, которые способствуют интеграции результатов проектов и программ для достижения целей портфеля или связаны с необходимостью управления и координации компонентов в рамках портфеля, они могут номинально и не включаться в состав какого-либо проекта или программы;

✓ по результатам выполнения работ проектной деятельности формируются отчеты, отражающие прогресс продвижения к поставленным стратегическим целям, а сами результаты проектной деятельности передаются в оперативную деятельность, где и происходит материализация выгод и преимуществ.

По итогам рассмотрения вопросов взаимодействия стратегического и тактического уровней управления при формировании и реализации стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия необходимо обобщить выявленные требования к искомой системе управления (табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Требования к системе управления развитием энергоинфраструктуры

Портфель энергоинфраструктурных проектов – это инструмент реализации стратегии развития энергетической инфраструктуры предприятия	Портфельное управление является ключевой организационно-методологической базой для построения системы управления развитием энергетической инфраструктуры предприятия
Четкость и однозначность формулировок целей	Стратегические цели транслируются с оперативного уровня (энергоменеджмента) через стратегический уровень на портфельное управление, где трансформируются в планы и указания по выполнению работ, далее транслируемые на уровень исполнения. В свою очередь, цели, формулируемые и фактически достигаемые при выполнении оперативной и проектной деятельности, верифицируются на стратегическом уровне. Четкость и однозначность формулировок способствуют формированию общего взгляда всех участников на те цели, которых необходимо достичь в ходе совместной деятельности
Измеримость целей	Цели и целевые результаты должны быть выражены в измеримых показателях. Это позволяет проводить их декомпозицию с уровня стратегического управления на уровень операционной и портфельной деятельности и далее – на уровень конкретных работ, а также интеграцию в обратном направлении. В результате формируются условия для формализации процессов планирования и контроля реализации планов на всех уровнях управления
Распределение стратегических целей	В стратегии должно быть определено, какие цели реализуются в рамках операционной деятельности, а какие – в рамках проектной, а также формы и способы достижения соответствующих стратегических целей
Перманентность согласования деятельности со стратегией	Стратегия не является догмой. В ответ на изменения внешних и внутренних факторов она может изменяться. Поэтому важны как первичное согласование целей иницируемой деятельности с текущей стратегией, так и динамичное согласование целей по ходу их реализации в операционной и проектной деятельности с актуальными стратегическими целями
Видимость всего портфеля	Для контроля реализации стратегии и форматирования ее по мере необходимости необходимо общее видение портфеля энергоинфраструктурных проектов. При этом данные по портфелю должны обновляться достаточно оперативно для своевременного формирования необходимых управленческих воздействий (как реактивных, так и превентивных)

2. Взаимосвязь управления портфелем энергоинфраструктурных проектов с операционным управлением энергоинфраструктурой предприятия

Операционная деятельность энергоинфраструктуры предприятия заключается в двух аспектах: во-первых, в оперативном управлении энергопотреблением, а во-вторых, в энергетическом менеджменте.

Большинство функций управления энергоинфраструктурой предприятия имеют подфункции, относящиеся к оперативному моменту времени, – оперативный учет, оперативный анализ, оперативное планирование, оперативные контроль и регулирование. В совокупности они образуют оперативное управление, причем самыми заметными являются оперативные руководство (организация), учет, контроль и регулирование. Поэтому весь процесс оперативного управления нередко так и называется – оперативный учет и контроль, выполнение которого в энергетике чаще всего объединяется в понятие «диспетчирование» или «диспетчерская служба» [13, 102, 245]. Главная задача такой службы – обеспечение бесперебойности энергоснабжения при оптимальных параметрах: оптимальном распределении нагрузок между параллельно работающим оборудованием; передача энергии по сетям с наименьшими потерями и т.п. Однако в понятие оперативного управления также входит работа на каждом рабочем месте оперативного персонала, обслуживающего энергетическое и энергоиспользующее технологическое оборудование. При этом задача персонала состоит в оптимальном ведении процессов не только по технологическим, но и по энергетическим показателям.

Оперативное управление в соответствии с задачами любого управленческого цикла соответствует типовому процессу подготовки, принятия и осуществления решения для достижения поставленных целей. При этом возникают ин-

формационные связи между объектом и субъектом управления, а сам процесс управления состоит из последовательного выполнения строго определенных функций [135, 172].

Оперативное управление включает следующие основные этапы [134, 135]:

1. В ходе оперативного учета фиксируются данные о потреблении и использовании энергоресурсов объектом управления; в качестве таких данных выступают количественные и качественные (параметрические) показатели энергопотребления.

2. Из данных учета отбираются показатели, определяющие степень рациональности использования энергии, т.е. подлежащие оперативному контролю.

3. Отобранные показатели анализируются в сравнении с нормативными значениями, например, с текущей нормой расхода энергии.

4. При отклонении фактических показателей от нормативных выбирается решение, направленное на исправление такого положения, причем набор типовых решений заранее подготовлен при подготовке вариантов оперативного планирования.

5. Намеченный вариант оптимального решения в необходимых случаях согласовывается с руководителями более высокого ранга, а затем отдается команда на его выполнение (акт оперативного руководства).

6. Осуществляются действия по оперативному регулированию процесса для достижения поставленной цели – приведения фактических показателей в соответствие с желаемыми, нормативными.

7. Проводится новый акт оперативного учета, чтобы проверить, достигнут ли желаемый результат.

На этом заканчивается один цикл управления и начинается следующий – контролируются, анализируются данные

о новом состоянии объекта управления и при необходимости вновь принимаются соответствующие меры.

Основная же задача энергоменеджмента состоит в проведении комплексного анализа эффективности энергопотребления и оценке уровня энергобезопасности предприятия (надежности), выявлении резервов их повышения и на этой основе – формулировании и детализации стратегических целей развития энергоинфраструктуры и формировании проектных инициатив по их достижению.

Необходимо отметить, что указанные виды операционного управления тесно взаимосвязаны между собой, и их разделение является весьма условным, в связи с чем при дальнейшей детализации их содержания нет необходимости разграничения процессов.

Таким образом, ***операционное управление энергоинфраструктурой предприятия*** реализуется через набор следующих итерационных процессов:

1. Определение исходного состояния.

Задача данного процесса заключается в оценке эффективности использования энергетических ресурсов (энергоэффективности) и надежности работы энергоинфраструктуры предприятия (энергобезопасности) [222].

Для этого необходимо:

1) собрать исходные данные по использованию энергии и энергоресурсов во всех подразделениях предприятия (создать карту потребления энергии).

На первоначальном этапе составление подробной карты потребления энергии для всего предприятия [93, 156], иногда именуемой «энергетическим балансом предприятия», вызывает затруднение. В этом случае необходимо сосредоточиться на предварительном подсчете потребления энергии наиболее важными объектами и системами. Все виды энергии (электроэнергия, газ, мазут и т.д.) должны быть учтены,

равно как и потребление воды. В дальнейшем степень детализации и точности может быть повышена.

Далее проводится сбор данных по объему производства и по использованию сырья. Если потребление энергии полностью зависит от определенных параметров, например от качества исходных материалов или температуры воздуха, то эти параметры должны быть приняты во внимание или даже изменены – там, где это возможно.

На более поздних этапах необходима установка дополнительных счетчиков и контрольно-измерительной аппаратуры.

В качестве инструментальной базы также можно применить положительно зарекомендовавший себя во всем мире метод целевого энергетического мониторинга (ЦЭМ) [188, 270, 287];

2) провести анализ использования энергии на аналогичных производствах и предприятиях;

3) провести анализ использования энергии на предприятии и выявить сферы наибольшей и наименьшей эффективности.

На данном этапе производится расчет ключевых данных энергоэффективности по предприятию в целом и для отдельных особо энергоемких установок и систем. Эти данные могут быть использованы для сравнительного анализа с целью изучения воздействия мер по повышению эффективности энергопотребления на вышеупомянутые параметры и объем производства (часто удельное потребление энергии резко возрастает при сокращении производства). Можно также провести сравнительный анализ данных с аналогичными данными других предприятий для оценки общей эффективности производства.

Можно использовать расчетные данные в качестве «индикатора» для быстрого реагирования в случае внезапно-

го роста уровня потребления энергии. Для этого целесообразно разработать математическую модель потребления энергии, учитывающую объем производства и другие важные параметры [188, 270, 287]. Используя данную модель, можно довольно просто осуществить сравнение расчетного и действительного уровня потребления энергии;

4) определить долю энергозатрат в структуре себестоимости продукции/услуг, полуфабрикатов;

5) определить уровень энергобезопасности энергоинфраструктуры;

6) определить перспективы повышения уровня энергобезопасности и эффективности использования энергии и энергоресурсов с выделением первоочередных и перспективных проектов;

7) подготовить отчет об оценке эффективности работы энергоинфраструктуры.

2. Формулирование и детализация стратегических целей развития энергоинфраструктуры предприятия.

После проведения первоначального энергоресурсаудита, построения карты потребления и определения уровня надежности должны быть проконтролированы основные показатели энергопотребления, и на основе их анализа сформированы основные цели развития энергоинфраструктуры предприятия с детализацией задач.

3. Определение возможностей достижения стратегических целей.

Данный процесс включает разработку совокупности проектных решений, направленных на достижение стратегических целей развития энергоинфраструктуры предприятия.

По сути, этот процесс и отражает взаимосвязь оперативного управления с портфельным управлением. Все проектные предложения поступают на вход системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, где произво-

дится их всестороннее рассмотрение, т.е. анализируются как сами предложения, так и их взаимное воздействие друг на друга, а также возможность и целесообразность их совместной реализации с учетом имеющихся ограничений и влияния на достижение стратегических целей. По результатам рассмотрения проектных предложений могут быть приняты четыре альтернативных решения (табл. 1.4).

Таблица 1.4 – Возможные альтернативные решения, принимаемые по итогам рассмотрения проектных предложений об инициировании компонентов портфеля

Суть решения	Описание решения
Одобрить предложение	Компонент включается в состав портфеля энергоинфраструктурных проектов. Формируются соответствующие указания по инициированию компонента или выдвигаются условия инициирования компонента
Запросить дополнительную информацию	Формируются соответствующие указания на подготовку и предоставление дополнительной информации или экспертных заключений по отдельным аспектам предложения для его одобрения или отклонения
Оценить целесообразность	Формируются соответствующие указания на подготовку и представление детализированных описаний и различных обоснований предложения (финансово-экономических, технологических и др.) для его одобрения или отклонения
Отклонить предложение	Предложение отклоняется, а соответствующий компонент не включается в состав портфеля энергоинфраструктурных проектов

По итогам рассмотрения вопросов взаимодействия операционного и проектного управления обобщим требования к системе управления портфелем энергоинфраструктурных проектов (табл. 1.5).

Таблица 1.5 – Требования к системе управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, определяемые взаимодействием операционного и проектного управления

Итерационность	Путь от идеи до всесторонне проработанного проектного предложения требует много времени и значительных затрат. Поэтому выявление лучших предложений на ранних стадиях инициирования и их целенаправленная поддержка, при отбраковке недостойных идей, позволяют существенно экономить ресурсы/финансы, сокращать сроки реализации стратегически значимых предложений.
Обоснование ценности	Проектное предложение должно содержать описание всех планируемых и возможных результатов, а также способов получения будущей ценности и собственно оценки величины ценности с точки зрения целеполагания предложения. Ценности должны выражаться в количественных и стоимостных показателях.
Регламентация	Логика и порядок подготовки проектного предложения должны быть четко и понятно регламентированы, что позволит в том числе устранить субъективизм при рассмотрении и отборе предложений для последующей реализации, а также исключить задержки при рассмотрении и согласовании предложений.
Сценарии и вариантность	Проектные предложения по повышению эффективности энергоинфраструктуры предприятия имеют существенные различия по направлениям, целям, масштабам, специфике, другим особенностям. Соответственно это требует различных подходов к их анализу, оценке и отбору. Решением данной задачи являются группирование проектных предложений по общим признакам и формирование для каждой группы индивидуальных моделей, методов и критериев экспертизы.
Мониторинг и актуализация прогнозов результатов по ходу реализации	В процессе реализации предложения могут изменяться условия, уточняться предположения и оценки, выдвигаемые при инициировании проектного решения. Соответственно, могут изменяться и корректироваться прогнозы относительно ожидаемых результатов. Если выясняется, что эти прогнозы существенно ухудшились, то необходимо применять управленческие воздействия, вплоть до прекращения или кардинальной корректировки соответствующей деятельности

Прогнозирование последствий	Возможные последствия реализации или нереализации проектного предложения как для стратегии предприятия, так и внешнего окружения должны выявляться и оцениваться, чтобы гарантировать всесторонность и объективность рассмотрения
Вовлеченность подразделений	От руководителей и сотрудников подразделений предприятия зависят результаты реализации проектных предложений, поэтому чем плотнее и шире они будут вовлекаться на всех этапах подготовки, выбора и реализации предложения, тем большие эффекты можно получать от предложения, а сами фактические результаты будут приближаться к запланированным
Подготовка операционной деятельности	Реализация проектной деятельности связана с изменениями. И сама операционная деятельность должна быть заблаговременно подготовлена к таким изменениям. Соответственно и при подготовке проектного предложения, и при его реализации в случае отбора должны анализироваться, планироваться и реализовываться необходимые работы по подготовке операционной деятельности

3. Взаимосвязь управления портфелем с управлением в функциональных областях деятельности предприятия.

Функциональная деятельность – это процессы, выполняемые специализированными организационными структурами в различных функциональных областях, например, это финансы, учет и отчетность, персонал и др.

С одной стороны, сами функциональные структуры зачастую не включаются непосредственно в проектные структуры и, тем не менее, входами процессов функциональной деятельности и управления в функциональных областях являются результаты выполнения компонентов портфеля энергоинфраструктурных проектов. С другой стороны, выходные результаты проектной деятельности передаются в элементы функциональной деятельности, которые необходимы для выполнения конкретных работ, запланированных в рамках реа-

лизации компонентов портфеля. В случае если работа выполняется неэффективно и не управляется на функциональном уровне, то ожидаемый результат от включения в портфель какого-либо компонента не будет достигнут.

Требования, обуславливаемые необходимостью интегрирования портфеля энергоинфраструктурных проектов с функциональными структурами предприятия представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Требования к системе управления развитием энергоинфраструктуры, определяемые в взаимодействии систем функционального и проектного управления

Маркетинг	<p>Анализ рынка, эталонные сравнения и исследования играют существенную роль в процессах управления портфелем энергоинфраструктурных проектов. Компоненты портфеля рассматриваются по таким пунктам, как:</p> <ul style="list-style-type: none"> • рыночные возможности; • развитие технологической платформы; • регулирующие обязательства; • функции поддержки; • эксплуатационные требования и др. <p>Результаты выполнения маркетинговой функции необходимы для принятия некоторых стратегических решений, которые устанавливают критерии, применяемые в процессах отбора и принятия решений</p>
Финансы и инвестиции	<p>С одной стороны, финансовое состояние предприятия оказывает значительное влияние на реализацию проектной деятельности, инвестиционные лимиты диктуют ограничения по количеству компонентов портфеля и его составу. С другой стороны, реализация портфеля энергоинфраструктурных проектов приводит к росту финансовых показателей.</p> <p>При этом стабильное финансовое состояние предприятия позволяет существенно расширить проектную деятельность за счет большей вероятности привлечения сторонних инвестиций</p>

Продолжение таблицы 1.6

Персонал	<p>Проанализировав портфель энергоинфраструктурных проектов и его компоненты, подразделение управления персоналом может идентифицировать навыки и квалификации, необходимые для достижения результата, и соответствующим образом спланировать и организовать работу по привлечению/обучению персонала. Квалифицированные ресурсы будут более доступными в ресурсном пуле для назначения в программы, проекты и другие работы, связанные с портфелем.</p> <p>Подразделению управления персоналом информация о навыках и квалификациях сотрудников необходима для анализа организационного и ресурсного влияния компонентов портфеля на предприятие</p>
Учет и отчетность	<p>Управленческий учет и отчетность позволяют получать регулярную, достоверную информацию по следующим направлениям: ход и результаты деятельности, состояние процессов управления и выполнения, компетенции специалистов и их загрузка, наличие наработок и тиражируемых решений</p>
Другие функциональные области	<p>С учетом специфики предприятия и выполняемой проектной деятельности формируются специальные требования, учет которых реализуется при формировании сквозных процессов и использовании открытых информационных интерфейсов между специализированными информационными системами управления в функциональных областях</p>
Коммуникации	<p>Так как управление портфелем является ключевым фактором достижения стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия, то основные усилия на высшем уровне управления должны быть направлены на то, чтобы собрать и транслировать подробную информацию о продвижении в достижении главных целей и взаимодействии компонентов и каких-либо изменений в ранее транслируемых стратегических планах.</p> <p>Для того чтобы гарантировать скоординированность и эффективность командной работы внутри команд, ответственных за различные компоненты и элементы в рамках компонента, коммуникации должны быть: спланированы, формализованы, управляемы в соответствии с лучшими методами [273].</p> <p>Информация о событиях и вехах портфеля должна распространяться как внутри, так и за пределы портфеля</p>

Основываясь на вышеизложенном, можно утверждать, что решение проблемы синтеза системы управления развитием энергоинфраструктуры лежит в основе теории оптимальных, т.е. наилучших в известном смысле относительно какого-либо критерия оптимальности, процессов и теории оптимальных систем управления: оптимальных систем получения, передачи, переработки информации и формирования управленческих воздействий.

Таким образом, вопрос сводится к поиску наилучшей структуры системы управления развитием энергоинфраструктуры среди всех возможных систем, обеспечивающей наилучшее с некоторой точки зрения функционирование управляемого объекта (портфеля энергоинфраструктурных проектов) и, в конечном счете, достижение целей управления (реализацию стратегии), посредством решения таких последовательных задач, как:

- ✓ выбор и формулировка цели;
- ✓ согласование цели с имеющимися возможностями, т.е. учет ограничивающих условий;
- ✓ определение способа достижения цели при учете ограничений.

При этом сам подход к решению проблемы оптимальности определяется в зависимости от степени полноты начальной информации, т.е. совокупности заранее известных сведений о критерии оптимальности (цели), ограничениях и объекте управления.

В процессе формирования оптимальной системы управления развитием энергетической инфраструктуры предприятия, т.е., по сути, системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, решение первых двух задач не вызывает затруднений: критерием оптимальности является достижение стратегических целей, а ограничением служит достаточность финансовых и иных ресурсов.

В то же время энергоинфраструктура предприятия – это открытая система, которая существует в условиях активного взаимодействия с внешней средой. При этом внешние воздействия, задающие, а особенно возмущающие, непрерывно изменяются во времени, и заранее невозможно определить однозначно характер их воздействия на портфель энергоинфраструктурных проектов, что в результате приводит к изменению с течением времени характеристик и структуры самого управляемого объекта и процессов управления.

Таким образом, становится очевидной неприемлемость использования обычных подходов к управлению такими динамичными системами, как портфель энергоинфраструктурных проектов, т.к. невозможно оптимально управлять объектом, не зная его точных характеристик и не имея возможности точного определения характера внешних воздействий.

При этом можно изучать объект, управляя им, и тем самым иметь возможность улучшать управление, стремясь к оптимальному. В этой ситуации управляющие воздействия носят двойственный – дуальный характер.

Дуальное управление – управление, при котором управляющие воздействия имеют двойственный характер: служат для изучения объекта управления и для приведения его в требуемое состояние. Дуальное управление используется в таких ситуациях, когда неизвестны уравнения движения объекта, а также нет начальной информации, достаточной для того, чтобы заранее рассчитать оптимальный закон управления. Отдельные черты дуального управления можно найти в системах различных классов. Например, в системах автоматического управления в том случае, когда априорная информация об управляемом объекте недостаточна и изучение поведения объекта может дать дополнительные сведения о его свойствах. В таких системах информация об объекте управления складывается из информации, определяющей за-

висимость выходной величины от управляющего воздействия, информации о состоянии объекта, информации о возмущении или помехе, действующих на объект, информации о задающем воздействии и цели управления. В системах с полной информацией до начала функционирования имеется вся априорная информация, а текущую информацию управляющее устройство получает по цепи обратной связи в процессе работы системы. В системах с неполной информацией априорно известны не сами воздействия, а лишь статистические характеристики случайных входных воздействий. Принцип действия этих систем состоит в том, что они накапливают недостающую информацию уже во время работы. Подобные системы получили название оптимальных систем с независимым накоплением информации ввиду того, что процесс накопления не зависит от алгоритма управляющего устройства.

В системе дуального управления предусматривается активное изучение случайным образом изменяющихся характеристик объекта управления. При этом на вход объекта подаются «изучающие» воздействия, а реакция объекта анализируется управляющим устройством. Таким образом, управляющие воздействия используются не только для управления объектом, но одновременно также и для его изучения.

Применение дуального подхода к управлению портфелем энергоинфраструктурных проектов обусловлено противоречием между наличием первоначальной информации о целях управления (пусть даже на качественном уровне) и способах их достижения, т.е. о конкретных энергоинфраструктурных проектах, отраженной в бизнес-планах, и отсутствием информации о конечной структуре портфеля вследствие влияния непредсказуемых внешних воздействий, что не позволяет однозначно определить закон управления, т.к. не-

возможно построить однозначную модель управляемого объекта.

В общем виде **закон управления** представляет собой установленные теоретическим или эмпирическим способом и логически обоснованные зависимости между целями управленческой деятельности и методами их достижения.

Успешное управление возможно, если свойства объекта хорошо известны и управляющее устройство быстро реагирует на изменение состояния объекта. Но выяснение этих свойств, т.е. идентификация объекта, требует определенного времени. Вряд ли можно ожидать, что слишком поспешное управление без достаточной информации о свойствах объекта, с одной стороны, и слишком осторожное управление, хотя и основанное на накопленной информации, но действующее, когда надобность в нем исчезла, – с другой стороны, могут привести к успешному результату.

Двойственность знания и управления, как подчеркивал К. Шеннон, тесно связана с двойственностью прошлого и будущего. Можно обладать знанием о прошлом, но нельзя управлять им, и можно управлять будущим, не зная его.

Таким образом, обоснована необходимость в формировании новой методологии управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, базирующейся на принципе совмещения, в определенном смысле изучения объекта и управления им.

Теория дуального управления была разработана советским ученым А.А. Фельдбаумом в конце 50-х гг. [252, 253, 254, 255]. Наибольшее развитие она получила применительно к дискретным системам. При этом основой для построения алгоритма работы управляющего устройства стала теория статистических решений, а показателем качества – математическое ожидание общей функции потерь, называемое средним риском.

В то же время такой путь решения является достаточно сложным и может быть применим только в сравнительно простых случаях. Так как испытываемый недостаток в априорной информации относится также и к плотностям распределения, то имеет смысл искать иные пути решения задач дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, не требующие знания априорных плотностей распределения, а именно посредством адаптации [260].

Эффект адаптации достигается за счет того, что часть функций по получению, обработке и анализу процессов в объекте управления выполняется в процессе эксплуатации системы. Такое разделение функций способствует более полному использованию информации о протекающих процессах при формировании сигналов управления и позволяет существенно снизить влияние неопределенности на качество управления.

Таким образом, при изучении изменений, происходящих с портфелем энергоинфраструктурных проектов под воздействием внешних и внутренних возмущений, т.е. уточнении описания (характеристик) и структуры объекта управления, повышается качество управления, совершенствуется система управления. Концептуальная модель системы дуального управления, базирующаяся на адаптивном подходе, представлена на рисунке 1.6. При этом реализация развития энергоинфраструктуры предприятия требует значительных инвестиционных вложений, а привлечение сторонних финансовых ресурсов в силу сложившейся экономической обстановки в Украине является проблематичным. Следовательно, механизмы портфельного управления должны также предусматривать возможность реализации управленческих целей (стратегических целей развития энергоинфраструктуры) при соблюдении финансовых и ресурсных ограничений.

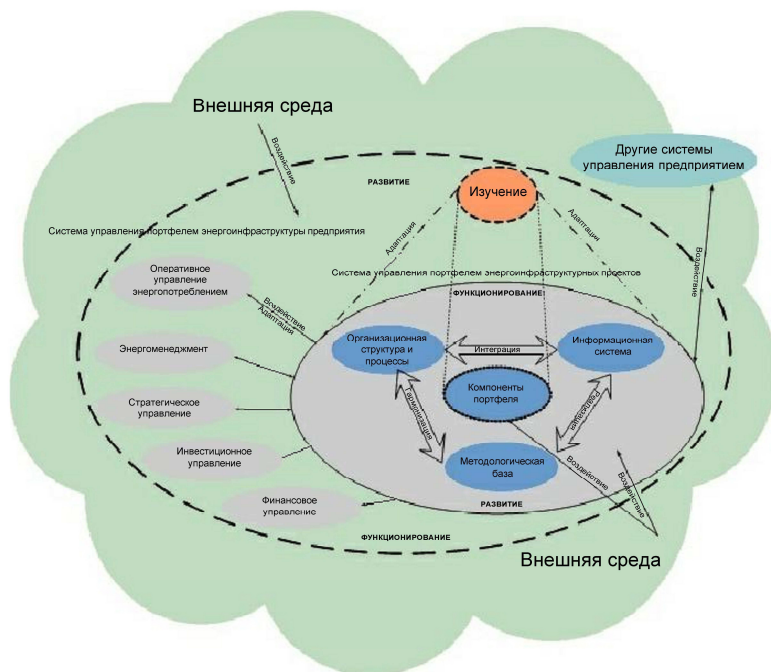


Рисунок 1.6 – Модель дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, базирующаяся на адаптации

Таким образом, проблема создания концептуальных основ, моделей, методов и механизмов, которые формируют новую методологию дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов в условиях динамического окружения, изменчивости структуры и характеристик объекта, а также наличия существенных инвестиционных ограничений, на основе адаптивного подхода с целью повышения эффективности энергоинфраструктуры субъектов реального сектора экономики является актуальной как в научном, так и в прикладном аспекте.

РАЗДЕЛ 2

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОРТФЕЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

2.1 Формализация и моделирование основных и специфических характеристик компонентов портфеля

Для устойчивого развития энергоинфраструктуры и достижения, в конечном счете, конкурентных преимуществ предприятиям уже недостаточно успешной реализации отдельных энергоинфраструктурных проектов. Успех во многом определяется целым комплексом успешно реализуемых проектов, приближающих предприятие к достижению установленных стратегических целей.

Также современные реалии вносят существенные коррективы в понимание содержания управления развитием энергоинфраструктуры:

- ✓ неопределенность, динамизм и нелинейность – неотъемлемая составляющая функционирования энергоинфраструктуры;

- ✓ множественность точек зрения и неоднозначность формулировок целей энергоинфраструктурных проектов и критериев их успешности;

- ✓ нелинейность и нестабильность причинно-следственных взаимосвязей;

- ✓ конкурентная борьба за ресурсы между энергоинфраструктурными проектами.

Кроме того, проекты, направленные на повышение энергетической эффективности и энергетической безопасности предприятия, выполняются не изолированно, а зависят от успеха реализации других проектов и текущей операционной деятельности (в связи с высокой капиталоемкостью энерго-

инфраструктурных проектов и ограниченностью ресурсов предприятия возможен «переток» денежных средств, т.е. денежный поток, генерируемый одним проектом, направляется на выполнение работ по поддержке следующих за ним проектов), и рассмотрение их в отрыве друг от друга может дать искаженную оценку. В конечном счете, несогласованность планов может привести к конфликтам приоритетов и необеспеченности проектов ресурсами.

В рамках практического управления совокупностью реализуемых энергоинфраструктурных проектов предприятия сталкиваются с целым рядом проблем:

- ✓ выбор стратегических направлений развития энергоинфраструктуры, обоснованных как с точки зрения долгосрочных тенденций изменения окружения, так и с точки зрения практической реализуемости посредством выполнения конкретных проектов;

- ✓ согласование намечаемых к реализации и уже выполняемых проектов с заданными стратегическими целями;

- ✓ взаимное согласование проектов для определения возможных противоположностей по целям, конкурирования за ресурсы, дублирования и концентрирования всех усилий на направлениях, значимых для реализации принятой стратегии;

- ✓ согласование интересов участников как в рамках выполнения отдельных проектов, так и при реализации стратегии.

Добиться максимального эффекта в развитии энергетической инфраструктуры предприятия позволит комплексное применение проектных подходов к управлению. Одной из основных проблем при этом является следующая: как связать реализуемые проекты и программы с достижением стратегических целей предприятий при условии эффективного рас-

пределения ограниченных ресурсов по проектам с целью получения максимальной выгоды.

При стратегическом планировании определяется так называемый вектор развития предприятия, который позволяет определить критерии и приоритеты при принятии решений о выполнении тех или иных проектов. В свою очередь, методы и средства управления проектами позволяют осуществлять контроль проектов и обеспечивают их выполнение в срок и в рамках заданного бюджета. Однако эти процессы реализуются на разных уровнях управления – на стратегическом и оперативном, поэтому неизбежно возникает ряд вопросов [295]:

- ✓ в какой степени выполняемые проекты соответствуют поставленным целям;
- ✓ соответствует ли структура финансирования поставленным целям;
- ✓ есть ли в наличии все необходимые ресурсы и т.д.

Применение портфельного управления к развитию энергоинфраструктуры предприятия дает возможность получить ответы на эти и другие не менее важные вопросы, позволяющие гарантировать, что у предприятия есть все необходимые ресурсы для выполнения всех стратегически необходимых проектов. Это является особенно актуальным для современных украинских предприятий в условиях отсутствия бюджетного финансирования, а также сложности привлечения заемных средств на реализацию энергоинфраструктурных проектов по причине долгосрочности получения видимой коммерческой эффективности.

Основная суть портфельного управления заключается в согласовании стратегии предприятия с реализацией проектно-ориентированной деятельности. Поэтому на уровне портфеля энергоинфраструктурных проектов осуществляется в первую очередь оптимизация набора его компонентов по це-

левым показателям, целью которой является подбор энергоинфраструктурных проектов, максимально соответствующих стратегическим целям развития энергетической инфраструктуры предприятия.

Для проведения дальнейших исследований целесообразно определить основные параметры компонентов портфеля энергоинфраструктурных проектов. В разделе 1 данной монографии было дано определение энергоинфраструктурных проектов и предложена их классификация, в том числе по целевой принадлежности. В таблице 2.1 представлены обозначения энергоинфраструктурных проектов и их объединений.

Таблица 2.1 – Условные обозначения энергоинфраструктурных проектов и их объединений

№ п/п	Описание	Обозначение
1	Портфель энергоинфраструктурных проектов	Π
2	Множество обязательных проектных инициатив	P
3	Допустимое множество обязательных энергоинфраструктурных проектов	P^O
4	Множество обязательных энергоинфраструктурных проектов	P^{Π}
5	Обязательный энергоинфраструктурный проект	$P_k, k = \overline{1, l}$
6	Множество основных проектных инициатив основных, в том числе инновационных	O
7	Допустимое множество основных энергоинфраструктурных проектов, в том числе инновационных	O^O
8	Множество основных энергоинфраструктурных проектов	O^{Π}
9	Основной энергоинфраструктурный проект	$O_n, n = \overline{1, m}$
10	Множество вспомогательных проектных инициатив	B
11	Множество вспомогательных энергоинфраструктурных проектов	B^{Π}
12	Вспомогательный энергоинфраструктурный проект	$B_v, v = \overline{1, z}$

Вне зависимости от принадлежности к той или иной группе любой энергоинфраструктурный проект (Pr) можно определить в виде кортежа

$$Pr = \langle T, I, D \rangle, \quad (2.1)$$

где $Pr \in \Pi$.

Смысл элементов (2.1) заключается в следующем:

$$T = \{t_0, t_1, \dots, t_j\}, \quad (2.2)$$

где T – упорядоченное по возрастанию своих элементов множество моментов времени, в которые наблюдается финансовая активность по энергоинфраструктурному проекту Pr . Мощность множества (2.2) $\|T\| = j + 1$, т.е. равна числу точек финансовой активности проекта Pr . Согласно (2.2) энергоинфраструктурный проект Pr существует начиная с момента времени t_0 и до момента времени t_j включительно. Интервал $[t_0, t_j]$ есть интервалом жизненного цикла проекта Pr . Продолжительность жизненного цикла энергоинфраструктурного проекта, как было отмечено в [244], напрямую зависит от технологических особенностей получения продукта проекта, в данной работе будет рассматриваться ожидаемое время реализации энергоинфраструктурного проекта без учета потерь, связанных с реализацией рискованных событий. Под точками финансовой активности t_0, t_1, \dots, t_j понимаются календарные (абсолютные) моменты времени, отстоящие друг от друга на временной интервал, равный одному году (если не оговаривается иное).

Множество вида

$$I = \{I(t_0), I(t_1), \dots, I(t_j)\} \quad (2.3)$$

представляет собой входящий финансовый поток (затраты) энергоинфраструктурного проекта Pr , который раз-

бит на входящие подпотоки $I(t_0), I(t_1), \dots, I(t_j)$, наблюдаемые в момент финансовой активности t_0, t_1, \dots, t_j соответственно.

Исходящий поток энергоинфраструктурного проекта Pr выглядит как множество

$$D = \{D(t_0), D(t_1), \dots, D(t_j)\}, \quad (2.4)$$

которое также разбито на исходящие подпотоки $D(t_0), D(t_1), \dots, D(t_j)$, наблюдаемые в момент финансовой активности t_0, t_1, \dots, t_j соответственно.

Также необходимо ввести понятие портрета произвольного энергоинфраструктурного проекта Pr , $Pr \in \Pi$, который задается при помощи таблицы 2.2. Это понятие в дальнейшем будет использоваться как вспомогательный инструмент исследований [55, 56].

По результатам анализа современной методологии управления проектами, теории управления рисками, финансового анализа, сетевого планирования и т.д. можно выделить специфические характеристики для каждой группы энергоинфраструктурных проектов.

Таблица 2.2 – Портрет произвольного энергоинфраструктурного проекта

	Временные уровни проекта Pr								
Точки финансовой активности проекта Pr	t_0	t_1	\dots	t_{i-1}	t_i	t_{i+1}	\dots	t_{j-1}	t_j
Входящий поток I проекта Pr	$I(t_0)$	$I(t_1)$	\dots	$I(t_{i-1})$	$I(t_i)$	$I(t_{i+1})$	\dots	$I(t_{j-1})$	$I(t_j)$
Исходящий поток D проекта Pr	$D(t_0)$	$D(t_1)$	\dots	$D(t_{i-1})$	$D(t_i)$	$D(t_{i+1})$	\dots	$D(t_{j-1})$	$D(t_j)$

1 «Обязательные проекты»

1.1 Соответствие стратегическим целям

Соответствие стратегическим целям развития энергоинфраструктуры предприятия является одним из критических факторов успеха энергоинфраструктурного проекта. Определение ранга $g^{Sx}(P_k)$ соответствия стратегическим целям предлагается осуществлять методом последовательных допущений, который позволит отобрать энергоинфраструктурные проекты, отвечающие соответствующим целям на приемлемом для участников уровне. Указанный метод будет подробно представлен в последующих разделах монографии.

1.2 Совокупный риск проекта

Совокупный риск проекта $R(\Omega)_k$ – это случайная величина, описывающая влияние возможных рисков событий на результат энергоинфраструктурного проекта. Этот показатель может принимать значение от 0 до 1, при этом чем выше вероятность возникновения рисков событий и сила их влияния на проект, тем ниже будет значение совокупного риска. Необходимо отметить, что методы и методики определения данного показателя являются общеизвестными и достаточно широко представлены в ряде работ отечественных и иностранных специалистов [27, 69, 80]. Поэтому нет необходимости проводить дополнительные исследования в данном направлении.

1.3 Минимальные требуемые инвестиции в проект

В случае если минимальные требуемые инвестиции подразумевают поток платежей, необходимо дисконтировать поток к моменту начала проекта:

$$MM_k = -\min \left\{ \sum_{i=0}^t \frac{I_{kt}}{(1+r)^t} : t=0,1,...,j \right\}, \quad (2.5)$$

где MM_k – минимальные требуемые инвестиции в k -й проект;

I_{kt} – инвестиция в момент t ;

r – безрисковая ставка;

n – срок выполнения проекта.

1.4 Достаточность, полнота финансового обеспечения проекта

Финансовое обеспечение энергоинфраструктурного проекта будем считать *достаточным*, если общая сумма затрат проекта не превосходит сумму средств, выделяемых заказчиком. Данный показатель особенно важен в условиях ограниченности инвестиционных средств предприятия.

Критерий достаточности финансового обеспечения можно сформулировать в виде логического предиката $P_k\text{FinEnough}$:

$$\text{Pr } \text{FinEnough}_k = \left(\sum I(P_k) \leq \sum s(P_k) \right), \quad (2.6)$$

где $I(P_k)$, $s(P_k)$ – профили затрат и поступлений инвестиционных средств проекта.

Критерий (2.6) показывает принципиальную возможность осуществления конкретного энергоинфраструктурного проекта за счет средств предприятия. Его невыполнение свидетельствует об ошибках в планировании. В этом случае необходимо пересмотреть технико-экономическое обоснование проекта и его финансовый план.

Если данный критерий дает отрицательный результат $\text{PrFinEnough}_k = \text{False}$, это свидетельствует о необходимости привлечения дополнительных инвестиций. Если это осуществить нельзя, проект является финансово нереализуемым и должно быть принято решение о невключении его в портфель энергоинфраструктурных проектов.

Финансовое обеспечение будет считаться *полным*, если в любой момент времени $t_i \in [t_0, t_j]$ финансовой активности

энергоинфраструктурного проекта P_k сумма средств, затраченных к этому моменту, не превосходит общей суммы средств, выделенных на данный проект с учетом предельно допустимого уровня дефицита. Критерий полноты финансового обеспечения можно сформулировать в виде логического предиката PrFinFull_k :

$$\text{Pr FinFull}_k = \left(\sum_{t=0}^j I(t_i) \leq \sum s(P_k) + d \right), \forall t_i \in [t_0, t_j], \quad (2.7)$$

где $I(t_i)$ – профиль затрат инвестиционных средств к моменту времени t_i ;

d – предельный уровень дефицита, который может быть временно покрыт за счет привлеченных средств.

Требование полноты является более жестким, чем требование достаточности. Другими словами, финансовое обеспечение может быть достаточным, но не полным. Это говорит о том, что необходимые финансовые средства имеются, но неправильно распределены.

В случае если критерий (2.6) выполняется, а критерий (2.7) – нет:

$$(\text{Pr FinEnough}_k = \text{True}) \wedge (\text{Pr FinFull}_k = \text{False}), \quad (2.8)$$

то проект может быть выполнен за счет привлеченных заемных средств, краткосрочных инвестиций или изменения календарных сроков. В этом случае следует построить профиль дефицита финансирования:

$$DF(t_i) = \max\{0, -(SF(t_i) + d)\}, t_i \in [t_0, t_j], \quad (2.9)$$

где $DF(t_i)$ – профиль дефицита в момент t_i ;

$SF(t_i)$ – собственные средства предприятия в момент t_i ;

мент t_i ;

d – величина дефицита.

Профиль $DF(t_i)$ равен нулю везде, где финансовых средств достаточно (с учетом возможности временного при-

влечения заемных средств), и равен величине дефицита на тех интервалах времени, где финансовых средств недостаточно.

1.5 Достаточность и полнота ресурсного обеспечения

Ресурсное обеспечение энергоинфраструктурного проекта будем считать *достаточным*, если у предприятия имеются все необходимые для его выполнения ресурсы с учетом плана закупки.

Критерий достаточности ресурсов обеспечения можно сформулировать в форме логического предиката $PrResEnough_k$:

$$Pr FinEnough_k = \bigwedge_{m=1}^M \left(\sum r_m(P_k) \leq r_m^0 \sum (r_m^{Buy}) \right), \quad (2.10)$$

где $r_m(P_k)$ – ресурс вида m , необходимый для выполнения энергоинфраструктурного проекта P_k ;

r_m^0 – ресурс вида m , который находится в наличии на предприятии;

r_m^{Buy} – план закупки ресурса вида m .

Критерий (2.10) показывает возможность выполнения энергоинфраструктурного проекта на данном предприятии. Отметим, что критерии (2.6) и (2.10) не имеют привязки ко времени, их целесообразно использовать на этапе оценки и отбора энергоинфраструктурных проектов при формировании портфеля.

Ресурсное обеспечение энергоинфраструктурного проекта является *полным*, если в любой момент времени финансовой активности проекта на предприятии имеются и не задействованы в других проектах ресурсы вида m , необходимые для выполнения данного энергоинфраструктурного проекта. Полноту ресурсного обеспечения невозможно определить по одному изолированному проекту. Для этого следует в комплексе рассмотреть все энергоинфраструктурные проек-

ты, которые планируются для выполнения одновременно с данным в рамках портфеля. Критерий полноты ресурсного обеспечения можно сформулировать в виде логического предиката PrResFull_k :

$$\text{PrResFull}_k = \bigwedge_{m=1}^M \left(\text{AGR}(R_m^1(t_i), \dots, R_m^N(t_i)) \leq r_m^0 + r_m^{\text{Buy}} \right),$$

$$\forall t_i \in [t_0, t_j], \quad m = \overline{1, M}, \quad (2.11)$$

где $\text{AGR}(R_m^1(t_i), \dots, R_m^N(t_i))$ – агрегированный профиль потребности ресурсов вида m по всем компонентам портфеля множества Π , $\|\Pi\| = N$ к моменту времени финансовой активности t_i энергоинфраструктурного проекта P_k .

При вычислении критерия (2.11) выполняется агрегирование потребности в ресурсах по всем энергоинфраструктурным проектам портфеля. Данный критерий является наиболее жестким из всех, он показывает возможность совместного выполнения комплекса энергоинфраструктурных проектов в рамках портфеля предприятия в заданные сроки.

Анализируя ресурсные профили энергоинфраструктурного проекта и профиль закупки ресурсов, можно определить полноту и достаточность его ресурсного обеспечения. Критерий (2.10) определяет возможность выполнения планов на уровне этапа проекта.

Невыполнение критерия (2.10) при выполнении критериев (2.6), (2.7):

$$\begin{aligned} & (\text{PrFinEnough}_k = \text{True}) \wedge (\text{PrFinFull}_k = \text{True}) \wedge \\ & \wedge (\text{PrResEnough}_k = \text{False}) \end{aligned} \quad (2.12)$$

свидетельствует о неправильном использовании финансовых средств. В проекте не хватает ресурсов, несмотря на то, что денежных средств достаточно для закупки всего необходимого. В этом случае следует пересмотреть планы закупки ресурсов.

Если критерии (2.6), (2.7) и (2.10) выполняются, а критерий (2.11) – нет:

$$(\Pr FinEnough_k = True) \wedge (\Pr FinFull_k = True) \wedge (\Pr ResEnough_k = True) \wedge (\Pr ResFull_k = False) \quad (2.13)$$

это говорит о перегрузке ресурсов. Причиной этого может быть неправильное распределение имеющихся ресурсов между работами проекта. Такая ситуация также возникает, если одновременно планируется выполнение нескольких энергоинфраструктурных проектов, требующих одних и тех же ресурсов. По отдельности каждый проект выполним, но при их одновременном выполнении возникает конфликт из-за ресурсов.

Разрешить данную ситуацию возможно, сдвигая календарные сроки так, чтобы проекты, выполняющиеся одновременно, находились на разных стадиях жизненного цикла.

Если наблюдается соотношение (2.13), необходимо сдвинуть сроки выполнения некоторых работ. Для этого нужно выявить те периоды времени, когда наблюдается дефицит ресурсов. В этом случае необходимо построить профили дефицита ресурсов:

$$DR_m(t_i) = \max\{0, R_m(t_i) - r_m^0 - R_m^{Buy}\}, \quad t_i \in [t_0, t_j], \quad m = \overline{1, M}. \quad (2.14)$$

Профиль (2.14) равен нулю на тех интервалах времени, когда ресурсов достаточно, и равен величине дефицита на тех интервалах, когда существует недостаток ресурсов.

Для тех интервалов времени, когда профиль $DR_m(t_i)$ имеет нулевое значение, необходимо сдвинуть на более поздний срок некоторые работы. Чтобы такая корректировка плана не привела к существенному увеличению продолжительности энергоинфраструктурного проекта в целом, рекомендуется в первую очередь сдвигать работы, не лежащие на критическом пути и имеющие резервы времени.

1.6 Приведенный интегральный эффект

В качестве критерия экономической оценки эффективности энергоинфраструктурных проектов можно принять приведенный интегральный эффект [3], который определяется по выражению:

$$\mathcal{E}_{инк} = \left(\sum_{i=0}^j (\Delta\Pi_{ii} + |\Delta R_{ii}| - \mathcal{Z}_{ii}) \frac{1}{(1+r)^{t_i-t_0}} \right) \cdot R(\Omega)_k, \quad (2.15)$$

где j – горизонт расчета; t_i ,

$t_i, i \in \{0, 1, \dots, j\}$ – суть точки финансовой активности проекта; интервал $[t_i, t_{i+1}]$ равен одному году, $i = 0, 1, \dots, j-1$;

$\Delta\Pi_{ii}$ – дополнительно получаемая прибыль от реализации энергоинфраструктурного проекта в момент t_i ;

ΔR_{ii} – результаты, достигаемые в момент t_i ;

\mathcal{Z}_{ii} – затраты, связанные с реализацией энергоинфраструктурного проекта в момент t_i ;

r – норма дисконта;

$R(\Omega)_k$ – коэффициент совокупного риска энергоинфраструктурного проекта.

По сути, значения $\Delta\Pi + |\Delta R|$ формируют исходящий поток D энергоинфраструктурного проекта P_k , а \mathcal{Z} – входящий поток I .

В основе расчета данного показателя лежит факт того, что стоимость денег с течением времени объективно или субъективно уменьшается [103]. Объективно – из-за инфляции и других внешних факторов, субъективно – из-за того, что существует возможность вложить деньги в альтернативные, связанные с меньшим риском и большей доходностью проекты [79]. В связи с этим применяется операция дисконтирования. В данном случае норма дисконта r является по-

стоянной для всего интервала времени жизни $[t_0, t_j]$ энергоинфраструктурного проекта P_r .

Необходимо отметить, что если финансирование энергоинфраструктурного проекта производится за счет нескольких источников, то в расчетах целесообразно использовать средневзвешенное значение нормы дисконта:

$$r_{cp} = \sum_{i=1}^n r_i \alpha_i, \quad (2.16)$$

где r_i – цена i -го капитала;

α_i – доля этого капитала в общей сумме инвестиций.

В качестве результирующего эффекта ΔR принимаются сэкономленные затраты на развитие и функционирование энергоинфраструктуры предприятия (предотвращенный ущерб, снижение риска) за счет экономии энергоресурсов и повышения значений показателей энергоэффективности и энергобезопасности в результате реализации энергоинфраструктурных проектов. Эти затраты включают в себя следующие составляющие:

$$\Delta R = R^N + R^{\text{Эпол}} + R^{\text{Топ}} + R^{\text{Эк}} + R^{\text{Д}}, \quad (2.17)$$

где R^N – затраты на оптимизацию энергопотребления предприятия;

$R^{\text{Эпол}}$ – затраты на развитие системы энергопользования;

$R^{\text{Топ}}$ – затраты на топливно-энергетические ресурсы с учетом развития генерирующих мощностей, топливных баз, средств транспорта топлива и энергоресурсов (сетевого хозяйства предприятия), переработки, включая текущие транспортные издержки;

$R^{\text{Эк}}$ – предотвращенный ущерб от экологического загрязнения при развитии и функционировании энергоинфраструктуры;

R^D – дополнительные доходы от повышения энергетической безопасности энергоинфраструктуры при внедрении энергоинфраструктурных проектов.

В финансовом плане энергоинфраструктурного проекта отражены сроки и объемы финансирования работ по проекту с разбивкой по крупным этапам. Таким образом, математическая модель профиля затрат проекта Z имеет следующий вид:

$$Z = \sum_{t=1}^{M^T} \Pr(t_i) I_t, \quad (2.18)$$

где I_t – финансирование t -го этапа в соответствии с финансовым планом энергоинфраструктурного проекта;

M^T – количество этапов проекта;

$\Pr(t_i)$ – логический предикат, показывающий, что финансирование осуществляется в момент t_i .

Исходя из того, что существует несколько схем финансирования энергоинфраструктурного проекта – по завершении этапа, полная предоплата и частичная предоплата, модели вида (2.18) для этих схем могут выглядеть следующим образом:

1) для финансирования по завершении этапа:

$$Z = \sum_{t=1}^{M^T} \Pr(tFin) I_t; \quad (2.19)$$

2) для финансирования с полной предоплатой:

$$Z = \sum_{t=1}^{M^T} \Pr(tSt) I_t; \quad (2.20)$$

3) для финансирования с частичной предоплатой:

$$Z = \frac{\alpha}{100} \sum_{t=1}^{M^T} \Pr(tSt_{t_i}) I_t + \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right) \sum_{t=1}^{M^T} \Pr(tFin_{t_i}) I_t, \quad (2.21)$$

где α – процент финансирования;

$\Pr(tSt_{t_i}), \Pr(tFin_{t_i})$ – предикаты, показывающие, что начало или окончание этапа t происходит в момент t_i :

$$\Pr tSt(t_i) = (T_t^{tSt} = t_i); \quad (2.22)$$

$$\Pr tFin(t_i) = (T_t^{tFin} = t_i), \quad (2.23)$$

где T_t^{tSt}, T_t^{tFin} – сроки начала и окончания этапа t .

Энергоинфраструктурный проект считается эффективным, если показатель $\mathcal{E}_{ин}$ больше нуля, т.е. $\mathcal{E}_{ин_k} > 0$. При формировании допустимого множества обязательных энергоинфраструктурных проектов ($P_k \in P^o$) достаточным будет выполнение условия $\mathcal{E}_{ин_k} = 0$.

Расчет данного показателя в случае, когда r изменяется на интервале времени жизни $[t_0, t_j]$ энергоинфраструктурного проекта P_k , будет иметь вид:

$$\mathcal{E}_{ин_k} = \left((\Delta\Pi_{t_0} + |\Delta R_{t_0}| - 3_{t_0}) + \sum_{i=0}^j (\Delta\Pi_{t_i} + |\Delta R_{t_i}| - 3_{t_i}) \times \right. \\ \left. \times \frac{1}{\prod_{n=1}^i (1 + r(t_i))^{t_i - t_{i-1}}} \right) \cdot R(\Omega)_k. \quad (2.24)$$

1.7 Индекс доходности

Данный показатель равен отношению дисконтированного чистого денежного потока энергоинфраструктурного проекта к инвестициям в этот проект. Как правило, предполагается, что вложения в проект производятся в полном объеме на нулевом шаге расчета, тогда показатель PI_k рассчитывается по формуле

$$PI_k = \frac{\sum_{i=0}^j \frac{(\Delta\Pi_{t_i} + |\Delta R_{t_i}| - 3_{t_i})}{(1 + r)^{t_i - t_0}}}{I} = \frac{\mathcal{E}_{ин_k}}{I}, \quad (2.25)$$

где I – объем инвестиций в энергоинфраструктурный проект P_k , обычно принимается $I = I(t_0) = 3_{t_0}$.

Если инвестирование производится еще и на других шагах, то формула (2.25) приобретает вид:

$$PI_k = \frac{\sum_{i=0}^j \frac{(\Delta\Pi_{t_i} + |\Delta R_{t_i}| - 3_{t_i})}{(1+r)^{t_i-t_0}}}{\sum_{i=0}^j \frac{I(t_i)}{(1+r)^{t_i-t_0}}} = \frac{\mathfrak{A}_{\Pi_k}}{\sum_{i=0}^j \frac{I(t_i)}{(1+r)^{t_i-t_0}}}, \quad (2.26)$$

где $I(t_i)$ – инвестиции, производимые на шаге расчета t_i , $i = 0, 1, \dots, j$.

Для случая переменной процентной ставки на интервале времени $[t_0, t_j]$ индекс доходности рассчитывается по формуле

$$PI_k = \frac{(\Delta\Pi_{t_0} + |\Delta R_{t_0}| - 3_{t_0}) + \sum_{i=0}^j \frac{(\Delta\Pi_{t_i} + |\Delta R_{t_i}| - 3_{t_i})}{\prod_{n=1}^i (1+r(t_i))^{t_i-t_{i-1}}}}{I}. \quad (2.27)$$

Если инвестирование в энергоинфраструктурный проект производится еще и на других шагах, то формула (2.27) приобретает следующий вид:

$$PI_k = \frac{(\Delta\Pi_{t_0} + |\Delta R_{t_0}| - 3_{t_0}) + \sum_{i=0}^j \frac{(\Delta\Pi_{t_i} + |\Delta R_{t_i}| - 3_{t_i})}{\prod_{n=1}^i (1+r(t_i))^{t_i-t_{i-1}}}}{I(t_0) \sum_{i=0}^j \frac{I(t_i)}{\prod_{n=1}^i (1+r(t_i))^{t_i-t_{i-1}}}}, \quad (2.28)$$

где $I(t_i)$ – инвестиции в энергоинфраструктурный проект, производимые на шаге расчета t_i .

Вложение капитала считается эффективным, когда показатель эффективности PI_k больше единицы.

2 «Основные» энергоинфраструктурные проекты

Помимо изложенных выше показателей, основные энергоинфраструктурные проекты имеют ряд дополнительных характеристик, а именно:

2.1 Коэффициент эффективности энергоресурсоэкономии

Системно оценить эффективность энергоресурсоэкономии в результате реализации энергоинфраструктурного проекта можно с помощью следующего коэффициента:

$$K_{\varepsilon\phi_n} = \frac{\sum_{i=0}^j \Delta\Pi_{t_i} + \sum_{i=0}^j |\Delta R_{t_i}| / (1+r)^{t_i-t_0}}{\sum_{i=0}^j 3_{t_i} / (1+r)^{t_i-t_0}}. \quad (2.29)$$

При переменной процентной ставке данный коэффициент рассчитывается так:

$$K_{\varepsilon\phi_n} = \frac{(\Delta\Pi_{t_0} + |\Delta R_{t_0}|) + \sum_{i=0}^j \Delta\Pi_{t_i} + \sum_{i=0}^j |\Delta R_{t_i}| / \prod_{n=1}^i (1+r(t_i))^{t_i-t_{i-1}}}{3_{t_0} + \sum_{i=0}^j 3_{t_i} / \prod_{n=1}^i (1+r(t_i))^{t_i-t_{i-1}}}. \quad (2.30)$$

Непрерывными условиями использования данного критерияльного соотношения должны быть: во-первых, использование единых эквивалентных единиц измерения, например денежных единиц, приведенных к расчетному периоду времени; во-вторых, необходима одноадресность прибыли и затрат от того или иного энергоинфраструктурного проекта.

Энергоинфраструктурный проект с точки зрения данного критерия является эффективным, если его значение превышает единицу, следовательно, чем выше значение коэффициента эффективности энергоресурсоэкономии, тем успешнее проект.

2.2 Динамический срок окупаемости проекта

Данный показатель рассчитывается путем подсчета числа базовых периодов, за которые исходные инвестиции будут полностью возмещены за счет генерируемых энергоинфраструктурным проектом притоков денежных средств:

$$DPP_n = \frac{I}{\sum_{t=1}^T \left(\frac{\Delta\Pi + |\Delta R|}{(1+r)^t} \right) \cdot \frac{1}{t}}. \quad (2.31)$$

Если значение данного показателя меньше единицы, энергоинфраструктурный проект эффективен, если больше, то – нет.

2.3 Эффективность инвестиций в энергоэффективность

Данный показатель определяется соотношением количества сэкономленных энергоресурсов \mathcal{E}_m к объему внутренних ΔI^{Bn} и внешних $\Delta I^{Bнеш}$ инвестиций, вложенных в энергоинфраструктурный проект, приведенного к настоящему моменту времени:

$$K_n = |\mathcal{E}_m| \left/ \left(\frac{\Delta I^{Bn} + \Delta I^{Bнеш}}{(1+r)^t} \right) \right. \quad (2.32)$$

Чем выше значение данного показателя, тем эффективнее энергоинфраструктурный проект.

Экономия ТЭР от внедрения конкретного энергоинфраструктурного проекта может быть определена специальным расчетом или по формуле:

$$\mathcal{E}_m = Vp_{i_{нотр}}^t - V_{i_{нотр}}^t, \quad (2.33)$$

где \mathcal{E}_m – экономия ТЭР от внедрения конкретного энергоинфраструктурного проекта;

$Vp_{i_{нотр}}^t$, $V_{i_{нотр}}^t$ – объем потребления энергоресурса i -го вида за определенный период t после и до реализации

энергоинфраструктурного проекта при объеме производственной деятельности Q , соответственно.

С точки зрения повышения энергоэффективности энергоинфраструктуры наиболее приоритетными для реализации являются те проекты, показатели экономии энергоресурсов которых больше, однако не стоит забывать и об инвестиционных показателях, т.к. энергоинфраструктурные проекты в основном являются высокозатратными, а финансовые возможности предприятий ограничены.

2.4 Продуктивная эффективность

В подавляющем большинстве расчетов эффекта от энергоинфраструктурных проектов ограничиваются определением величины экономии энергоресурса. В то же время реализация данных проектов позволяет уменьшить удельные затраты энергоресурсов на производство единицы продукции/услуги и тем самым увеличить объем выпуска продукции при имеющемся их потреблении.

Если происходит увеличение выпуска продукции в результате реализации энергоинфраструктурного проекта, то рассчитывается показатель продуктивной эффективности:

$$E'_n = \frac{\Pi_R}{Z_n} = \frac{[(S_0 - S_1) \cdot \Pi O_1 + \Delta \Pi O (P - S_0)] \cdot 10^{-2}}{Z_n}, \quad (2.34)$$

где E'_n – показатель продуктивной эффективности обязательного энергоинфраструктурного проекта O_n ;

Π_R – прирост прибыли от реализации, грн.;

S_0 , S_1 – себестоимость единицы продукции, выпускаемой предприятием до и после реализации энергоинфраструктурного проекта соответственно;

ΠO_1 – объем выпуска продукции после внедрения проекта;

ΔPO – прирост выпуска продукции в результате реализации энергоинфраструктурного проекта ($\Delta PO = PO_1 - PO_0$);

P – отпускная цена продукции;

$З_n$ – затраты на реализацию проекта.

Соответственно, чем выше данный показатель, тем приоритетнее энергоинфраструктурный проект.

2.5 Снижение расхода энергоресурсов

Снижение расхода энергоресурсов на предприятии при внедрении энергоинфраструктурного проекта соответственно ведет к изменению стоимости их потребления $\Delta C_{Э_n}$, грн./год. Расчет данного показателя производится по следующей формуле:

$$\Delta C_{Э_n} = \Delta P_H \Phi_D C_{Э_p}, \quad (2.35)$$

где ΔP_H – потери энергоресурса, ед.эн./р/час/год (указанная величина может также характеризовать уменьшение величины расхода энергоресурса в натуральном выражении при реализации проекта, тогда $\Delta P_H = Э_m$);

Φ_D – действительный годовой фонд времени работы энергооборудования, час/год;

$C_{Э_p}$ – стоимость одной единицы энергоресурса, грн./час.

Аналогично предыдущему показателю, тот проект, который в результате своей реализации приносит большее снижение расхода энергоресурса, является приоритетнее.

2.6 *Снижение затрат на амортизационные отчисления на единицу продукции:*

$$\Delta Э_{A_n} = \frac{H_a \cdot K_1}{PO} - \frac{H_a \cdot K_2}{PO + PO_{Э_p} \cdot Э_m}, \quad (2.36)$$

где H_a – норма амортизации по энергооборудованию, %;

K_1, K_2 – соответственно затраты потребителя на приобретение (содержание) энергооборудования при существующем способе производства и при приобретении (использовании) энергоэффективного оборудования с учетом затрат на его монтаж и транспортировку, грн.;

$ПО$ – объем выпуска продукции в базовом периоде, тыс. шт./год;

$ПО_{\text{эп}}$ – объем выпуска продукции на единицу энергоресурса по базовому варианту, шт./единица энергоресурса/ч;

Э_M – количество сэкономленных энергоресурсов в году, ед. эн./р/год.

При этом,

$$ПО_{\text{эп}} = \frac{ПО}{A}, \quad (2.37)$$

где A – годовое потребление энергоресурса, ед.эн/р/год.

При сравнении нескольких вариантов проектов по замене оборудования больший ранг будет иметь тот проект, в результате которого данный показатель будет принимать меньшее значение.

2.7 Коэффициент обновления основных средств в результате реализации энергоинфраструктурного проекта

Данный коэффициент, характеризующий степень обновления оборудования, рассчитывается в основном для энергоинфраструктурных проектов, связанных с вводом в действие нового энергоэффективного оборудования. Он определяется как отношение стоимости вновь введенных в эксплуатацию основных производственных фондов ($K_{\text{ОФ}}^n$) к первоначальной стоимости основных производственных фондов на конец отчетного периода ($K_{\text{ОФ}}^n$):

$$k^{Ob} = \frac{K_{Of}^n}{K_{Of}^n}. \quad (2.38)$$

При выборе энергоинфраструктурного проекта более высокий приоритет будет иметь тот, в результате которого данный показатель будет иметь большее значение.

2.8 Снижение величины капитальных затрат

При уменьшении энергопотребления появляется возможность увеличить выпуск продукции при той же установленной мощности энергооборудования. Это в свою очередь дает возможность снизить потребность в энергооборудовании. Указанная величина экономии $\Delta K_{\mathcal{E}_n}$ может быть рассчитана по формуле:

$$\Delta K_{\mathcal{E}_n} = \left(\frac{P_{уст}}{ПО} - \frac{P_{уст}}{ПО + ПО_{\mathcal{E}_p} \cdot \mathcal{E}_m} \right) \cdot C_m, \quad (2.39)$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность энергооборудования, кВт;

C_m – стоимость 1 кВт установленной мощности, грн./кВт.

Аналогично предыдущему варианту при выборе энергоинфраструктурного проекта более высокий приоритет будет иметь тот, в результате которого данный показатель будет иметь большее значение.

2.9 Коэффициент экономии энергоресурса

Рассчитывается следующим образом:

$$k_n^{\mathcal{E}_k} = \frac{V p_{i_{ном}}^t}{V_{i_{ном}}^t}. \quad (2.40)$$

Если $k_n^{\mathcal{E}_k} < 1$, то энергоинфраструктурный проект является эффективным с точки зрения экономии энергоресурса.

С учетом приведенных выше специфических показателей, характеризующих данного вида проекты можно постро-

ить модели обязательного (P_k) и основного (O_n) энергоинфраструктурного проекта:

$$P_k = \left\{ g^{Sx}(P_k), MM_k, \text{Pr } FinEnough_k, \right. \\ \left. \text{Pr } FinFull_k, \text{Pr } ResEnough_k, \text{Pr } ResFull, \mathcal{E}_{инк}, PI_k \right\}, \quad (2.41)$$

$$O_n = \left\{ g^{Sx}(P_k), MM_n, \text{Pr } FinEnough_k, \text{Pr } FinFull_k, \right. \\ \left. \text{Pr } ResEnough_k, \text{Pr } ResFull, \mathcal{E}_{инк}, PI_n, K_{\mathcal{E}ф_n}, \right. \\ \left. DPP_n, K_n, E'_n, \Delta C_{\mathcal{E}н}, \Delta \mathcal{E}_{An}, k_n^{Об}, \Delta K_{\mathcal{E}н}, k_n^{\mathcal{E}к} \right\}. \quad (2.42)$$

Заметим, что в данные модели не был включен показатель, характеризующий совокупный риск энергоинфраструктурного проекта, с целью избежания его двойного учета при оценке и отборе проектов в портфель, т.к. приведенный интегральный эффект реализации проекта рассчитывается с поправкой на возникновение рисков событий (2.15, 2.24).

2.2 Моделирование отношений между произвольными энергоинфраструктурными проектами как компонентами портфеля

При формировании портфеля (Π) энергоинфраструктурных проектов совершается множество операций над проектами $\text{Pr}_1, \text{Pr}_2, \dots, \text{Pr}_N$ как над потенциальными элементами множества Π . При этом операции определяются таким способом, чтобы они имели смысл в области управления проектами. Поэтому введем отношения между произвольными энергоинфраструктурными проектами и операторы, применимые к проектам.

В первую очередь рассмотрим отношения равенства и неравенства произвольных энергоинфраструктурных проектов Pr_A и Pr_B . Данные операции целесообразно проводить между энергоинфраструктурными проектами без акцента их

групповой принадлежности. Приведем общий вариант данной операции.

Отношение равенства энергоинфраструктурного проекта Pr_A и проекта Pr_B обозначается символической записью вида (2.43) и предполагает, что равенство энергоинфраструктурных проектов наблюдается тогда, когда равны их портреты, заданные в таблице 2.2.

$$Pr_A = Pr_B. \quad (2.43)$$

Тогда множество точек финансовой активности $T_A = \{t_{A,0}, t_{A,1}, \dots, t_{A,j_A}\}$ проекта Pr_A и множество точек финансовой активности $T_B = \{t_{B,0}, t_{B,1}, \dots, t_{B,j_B}\}$ проекта Pr_B равны, т.е. $T_A = T_B$. Также наблюдается равенство множеств $I_A = I_B$, отвечающих за входящие потоки $I_A = \{I(t_{A,0}), I(t_{A,1}), \dots, I(t_{A,j_A})\}$ и $I_B = \{I(t_{B,0}), I(t_{B,1}), \dots, I(t_{B,j_B})\}$ энергоинфраструктурных проектов Pr_A и Pr_B , соответственно. Также наблюдается равенство множеств $D_A = D_B$, отвечающих за исходящие потоки $D_A = \{D(t_{A,0}), D(t_{A,1}), \dots, D(t_{A,j_A})\}$ и $D_B = \{D(t_{B,0}), D(t_{B,1}), \dots, D(t_{B,j_B})\}$ энергоинфраструктурных проектов Pr_A и Pr_B , соответственно. Таким образом, если одновременно выполняются равенства $T_A = T_B$, $I_A = I_B$, $D_A = D_B$, то портреты проектов Pr_A и Pr_B равны между собой, что говорит о тождественности внутренней структуры данных энергоинфраструктурных проектов.

Неравенство проектов Pr_A и Pr_B представляется как неравенство портретов этих проектов:

$$Pr_A \neq Pr_B. \quad (2.44)$$

Отличие портретов энергоинфраструктурных проектов друг от друга наблюдается тогда, когда выполняется хотя бы одно из неравенств $T_A \neq T_B$, $I_A \neq I_B$ либо $D_A \neq D_B$.

Осуществление данной операции над энергоинфраструктурными проектами позволяет наглядно представить и сравнить периоды их финансовой активности, а также моменты формирования входящих и исходящих потоков. Данная информация особенно важна при построении модели финансирования и балансировке портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Также немаловажно смоделировать возможные отношения предпочтений между энергоинфраструктурными проектами.

Выбор того или иного энергоинфраструктурного проекта осуществляется в рамках групп. Для этого необходимо вычислить характеристики каждого проекта, так называемые показатели эффективности. Рассмотрение набора таких показателей будет давать характеристику энергоинфраструктурного проекта в целом, а значение каждого из показателей по отдельности от других будет давать качество проекта согласно частному критерию эффективности.

Отметим, что показатель g^{Sx} не включается в состав показателей эффективности исходя из того, что любая проектная инициатива, предложенная в результате анализа эффективности энергоинфраструктуры предприятия, в первую очередь проходит проверку на соответствие стратегическим целям.

Тогда оператор оценки эффективности для обязательных энергоинфраструктурных проектов (P_k) можно представить в виде:

$$\mathcal{E}[P_k] = \overline{Q}(P_k) = (MM_k, \mathcal{E}_{unk}, PI_k), \quad (2.45)$$

где $\overline{Q}(P_k)$ – совокупный вектор эффективности обязательных энергоинфраструктурных проектов.

А для основных энергоинфраструктурных проектов (O_n):

$$\mathcal{E}[O_n] = \bar{Q}(O_n) = \begin{pmatrix} MM_n, \mathcal{E}_{ин_n}, PI_n, K_{\mathcal{E}ф_n}, DPP_n, K_n, \\ E'_n, \Delta C_{\mathcal{E}n}, \Delta \mathcal{E}_{An}, k_n^{Об}, \Delta K_{\mathcal{E}n}, k_n^{\mathcal{E}к} \end{pmatrix}, \quad (2.46)$$

где $\bar{Q}(O_n)$ – совокупный вектор эффективности основных энергоинфраструктурных проектов.

Показатели *PrFinEnough*, *PrResEnough* являются ограничениями при отборе проектов в портфель энергоинфраструктурных проектов.

Применение операторов эффективности (2.45), (2.46) к проектам P_k и O_n дает лишь совокупные векторы $\bar{Q}(P_k)$ и $\bar{Q}(O_n)$, которые характеризуют качество проектов. Чтобы принять решение о том, какой из обязательных или основных проектов в рамках каждой группы предпочтительнее, необходимо воспользоваться отношением предпочтения. Запись данного отношения для двух произвольных энергоинфраструктурных проектов (Pr_C, Pr_F) одной группы будет иметь вид:

$$Pr_C >_E Pr_F, \quad (2.47)$$

где символ « E » подразумевает либо какой-нибудь критерий, согласно которому выбирается более предпочтительный из проектов, либо весь вектор эффективности.

Таким образом, если получены показатели эффективности двух обязательных проектов P_{k1} и P_{k2} при использовании оператора оценивания эффективности (2.47): $\mathcal{E}[P_{k1}] = \bar{Q}(P_{k1})$, $\mathcal{E}[P_{k2}] = \bar{Q}(P_{k2})$, соответственно, то выражение вида $P_{k1} >_{\bar{Q}(P_k)} P_{k2} \Leftrightarrow \bar{Q}(P_{k1}) \succ \bar{Q}(P_{k2})$ трактуется следующим образом – энергоинфраструктурный проект P_{k1} строго предпочтительнее энергоинфраструктурного проекта P_{k2} по

совокупному вектору эффективности, тогда и только тогда, когда значение показателя $\overline{Q}(P_{k1})$ больше значения показателя $\overline{Q}(P_{k2})$.

Необходимо также отметить, что предложенные операторы оценки эффективности обязательных и основных энергоинфраструктурных проектов носят вариативный характер и могут быть изменены в зависимости от условий и требований, предъявляемых к системе оценки проектов данного типа на конкретном предприятии.

2.3 Определение базовых характеристик и формирование модели портфеля энергоинфраструктурных проектов

Портфель энергоинфраструктурных проектов в общем виде можно представить как множество $\Pi = \{Pr_1, Pr_2, \dots, Pr_N\}$. Мощность множества Π определяется как $\|\Pi\| = N$ и равна числу исходных энергоинфраструктурных проектов. Основываясь на категоризации энергоинфраструктурных проектов, портфель Π можно также представить в виде $\Pi = \{P^\Pi, O^\Pi, B^\Pi\}$, где P^Π – множество обязательных энергоинфраструктурных проектов, O^Π – основных и B^Π – вспомогательных.

В теории портфельного управления выделяют три основных вида портфелей проектов:

- создающие ценности, состоящие из стратегических проектов или проектов в масштабе предприятия;
- операционный портфель, реализация проектов которого приводит к повышению эффективности организации и соответствует основным потребителям функциональных подразделений;

- обеспечивающие соответствие, включающие обязательные проекты, необходимые для поддержания внутренних нормативов и стандартов.

Портфель энергоинфраструктурных проектов представляет собой симбиоз всех представленных выше видов портфелей, т.к. он формируется из проектов различной природы, создающих ценность как для предприятия в целом, так и для отдельных его подразделений. Как было отмечено в первом разделе данной работы, портфель энергоинфраструктурных проектов является основным механизмом повышения эффективности энергетической инфраструктуры, а следовательно, и улучшения конкурентных позиций предприятия в рыночной среде за счет минимизации степени воздействия энергетического фактора на ценообразование конечной продукции.

Понятие «портфель проектов» достаточно широко употребляется в научной и прикладной экономической и технической литературе. Однако в различных источниках это понятие трактуется несколько по-разному. Например, в [86] дано следующее определение: портфель проектов – совокупность разнообразных, обычно не взаимосвязанных, проектов, выполняемых в интересах одной или нескольких компаний и, как правило, имеющих общие ограничения по ресурсам. Эксперты специализированных консалтинговых компаний по управлению проектами определяют портфель как набор проектов, программ и другой связанной деятельности, объединенных для удобства и повышения эффективности управления [90]. В [295] портфель проектов определяют как набор технологически не обязательно зависимых проектов, реализуемых организацией в условиях ресурсных ограничений и обеспечивающих достижение стратегических целей.

В данной работе под ***портфелем энергоинфраструктурных проектов*** понимается совокупность энергоинфра-

структурных проектов (временных предприятий для создания уникального продукта, услуги или получения результата) и/или программ (группы взаимосвязанных проектов, управляемых скоординированно для достижения преимуществ, которых невозможно достичь при раздельном управлении) и других работ, сгруппированных для оптимального управления этими видами деятельности и достижения стратегических целей повышения энергоэффективности и уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры, а также улучшения конкурентных позиций предприятия в рыночной среде в условиях ограниченности ресурсов. При этом проекты и программы в рамках портфеля не обязательно являются взаимозависимыми или напрямую взаимосвязанными.

Портфель энергоинфраструктурных проектов позволяет решать следующие задачи:

- гарантированно реализовывать стратегию развития энергоинфраструктуры предприятия;
- согласовывать планируемые инвестиции и осуществляемые расходы со стратегическими целями и задачами;
- принимать стратегически обоснованные управленческие решения;
- устанавливать приоритеты для выполняемых компонентов;
- повышать обоснованность распределения ресурсов и эффективность их использования при реализации компонентов портфеля;
- своевременно останавливать выполнение работ по компонентам, не соответствующим стратегии развития энергоинфраструктуры.

В данном разделе будет дано общее представление о портфеле энергоинфраструктурных проектов как объекте управления в системе управления развитием энергетической инфраструктуры предприятия.

Портфель энергоинфраструктурных проектов, как и проект, обладает набором следующих базовых характеристик: период реализации, входящие и исходящие финансовые потоки.

Так как сроки начала и окончания разных компонентов портфеля энергоинфраструктурных проектов не совпадают, они чаще всего имеют различные профили финансовой активности $T = \{t_0, t_1, \dots, t_j\}$, т.е. допустима ситуация, когда $T(\text{Pr}_A) \neq T(\text{Pr}_B)$ и частично перекрываются во времени, поэтому временем реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов будем считать:

$$T^{\max} = \{T^{St}, T^{Fin}\}, \quad (2.48)$$

где $T^{St} = t_0(\text{Pr}_{First})$ – момент начала финансовой активности наиболее раннего проекта в портфеле энергоинфраструктурных проектов, а $T^{Fin} = t_j(\text{Pr}_{Last})$ – момент окончания финансовой активности наиболее позднего энергоинфраструктурного проекта в портфеле.

В соответствии с этим при определении показателей, характеризующих результативность реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов, целесообразно приводить их значения к моменту T^{St} , т.е. времени начала реализации портфеля, учитывая при этом положения временной теории денег и изменение значения безрисковой ставки в период T^{\max} .

Рассматривая портфель как совокупность энергоинфраструктурных проектов, целесообразно в первую очередь осуществить операцию агрегирования профилей исходящих $AGR(D_{\text{Pr}_1}(T), D_{\text{Pr}_2}(T), \dots, D_{\text{Pr}_N}(T))$ и входящих $AGR(I_{\text{Pr}_1}(T), I_{\text{Pr}_2}(T), \dots, I_{\text{Pr}_N}(T))$ потоков проектов путем объединения нескольких профилей в один, суммируя значения

профилей тех проектов, которые выполняются в рамках портфеля в момент времени T , $T \in T^{\max} = [T^{St}, T^{Fin}]$:

$$AGR(D_{Pr_1}(T), D_{Pr_2}(T), \dots, D_{Pr_N}(T)) = \sum_{Pr_i=1, T \in (T^{St}, T^{Fin})}^N D_{Pr_i}(T) \cdot y_i ; \quad (2.49)$$

$$AGR(I_{Pr_1}(T), I_{Pr_2}(T), \dots, I_{Pr_N}(T)) = \sum_{Pr_i=1, T \in (T^{St}, T^{Fin})}^N I_{Pr_i}(T) \cdot y_i , \quad (2.50)$$

где N – число энергоинфраструктурных проектов, претендующих на место в портфеле;

y_i – двоичная (бинарная) переменная, равная 1, если i -й проект включен в портфель, и равная 0, если i -й проект отвергается.

Таким образом, портфель энергоинфраструктурных проектов определяется в виде кортежа:

$$\Pi = \langle T^{\max}, \Pi\Pi, D\Pi \rangle . \quad (2.51)$$

По аналогии с (2.2), (2.3) и (2.4) получаем профили вида:

$$T^{\max} = \{T^{St}, T^1, \dots, T^{Fin}\}, \quad (2.52)$$

где T^{\max} – множество моментов времени, в которые наблюдается финансовая активность по портфелю Π ;

$$D\Pi = (\Delta D(T^{St}), \Delta D(T^1), \dots, \Delta D(T^{Fin})), \quad (2.53)$$

где $D\Pi$ – множество исходящих подпотоков $\Delta D(T^{St}), \Delta D(T^1), \dots, \Delta D(T^{Fin})$, наблюдаемых в момент финансовой активности портфеля $T^{St}, T^1, \dots, T^{Fin}$ соответственно;

$$\Pi\Pi = \{\Delta I(T^{St}), \Delta I(T^1), \dots, \Delta I(T^{Fin})\}, \quad (2.54)$$

где $\Pi\Pi$ – множество входящих подпотоков $\Delta I(T^{St}), \Delta I(T^1), \dots, \Delta I(T^{Fin})$, наблюдаемых в момент финансовой активности портфеля $T^{St}, T^1, \dots, T^{Fin}$ соответственно.

Кроме того, портфель энергоинфраструктурных проектов характеризуется следующими категориями:

I. *Стратегическая реализуемость*. Основная цель портфеля проектов заключается в реализации стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия. Таким образом, в каждый момент времени жизненного цикла портфеля T , $T \in T^{\max} = [T^{St}, T^{Fin}]$ в портфеле должны содержаться только те компоненты, которые в своей совокупности характеризуют стратегические цели и способствуют их достижению.

Для мониторинга текущего влияния портфеля энергоинфраструктурных проектов на стратегические цели развития энергетической инфраструктуры предприятия предлагается использовать матричную модель, строящуюся с применением экспертного метода. Общий вид матрицы соответствия и шкала силы влияния проектов портфеля на стратегические цели представлены на рисунках 2.1, 2.2.

На основании представленной матрицы можно определить количество взаимосвязей проектов со стратегическими целями и рассчитать силу их влияния в каждый конкретный момент финансовой активности портфеля. Пример такого расчета представлен в таблице 2.3.

Уровень реализации стратегических целей определяется таким показателем, как индекс выполнения стратегических целей I^{St} , который рассчитывается как отношение суммы баллов стратегических целей, т.е. совокупной силы влияния всех компонентов портфеля, к суммарному весу стратегических целей. Для портфеля энергоинфраструктурных проектов этот показатель должен быть равен единице.

Для наглядности произведем расчет индекса выполнения стратегической цели повышения энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятия, основываясь на данных рисунок 2.1 и таблица 2.3. Примем, что вес данной стратеги-

ческой цели составляет 50%, соответственно для абсолютного ее достижения сумма баллов должна быть равна 50. Результаты расчета представлены в таблице 2.4.









Стратегические цели		St_1	$St_{1,1}$	$St_{1,2}$	...	St_2	$St_{2,1}$	$St_{2,2}$	...
		Повышение энергоэффективности	Повышение энергонеэкономического уровня производства	Снижение потерь энергоресурсов	...	Повышение уровня энергобезопасности	Повышение значений индикаторов первого контура	Повышение значений индикаторов второго контура	
T^{\max}	Π								
T^{St}	Pr_1								
T^I	Pr_2								
	Pr_3								
...	...								
T^{Fin}	Pr_N								

Рисунок 2.1 – Матрица влияния портфеля энергоинфраструктурных проектов на стратегические цели развития энергоинфраструктуры предприятия






	0.2	Очень низкое влияние
	0.4	Низкое влияние
	0.6	Среднее влияние
	0.8	Высокое влияние
	1	Очень высокое влияние

Рисунок 2.2 – Шкала силы влияния компонентов портфеля на стратегические цели развития энергоинфраструктуры предприятия

Таблица 2.3 – Расчет силы влияния энергоинфраструктурных проектов на стратегические цели – СЦ

№	Проект	Колво СЦ	Сила влияния	№	Влияние проекта на СЦ	Стратегическая цель – СЦ	Вес, %
Pr ₁	Замена энергоемкого оборудования на энергоэффективное	2	23	St _{1.1}	 0,8 | Высокое влияние	Повышение энергоэкономического уровня производства	25
				St _{2.2}	 1 | Очень высокое влияние	Повышение значений индикаторов второго контура	3
Pr ₂	Автоматизация учета потребления энергоресурсов	2	7,2	St _{1.2}	 0,4 | Низкое влияние	Снижение потерь энергоресурсов	15
				St _{2.2}	 0,4 | Низкое влияние	Повышение значений индикаторов второго контура (I_{12})	3
Pr ₃	Замена электропривода на насосной станции	1	15	St _{1.1}	 0,6 | Среднее влияние	Повышение энергоэкономического уровня производства	25
Pr _N	Замена внутренних систем энергоснабжения предприятия	3	11,8	St _{1.3}	 1 | Очень высокое влияние	Повышение эффективности передачи энергии	10
				St _{2.1}	 0,6 | Среднее влияние	Повышение значений индикаторов первого контура (I_6)	3
				St _{2.2}	 0,4 | Низкое влияние	Повышение значений индикаторов второго контура (I_{12} , I_{13})	3

Таблица 2.4 – Расчет выполнения стратегической цели повышения энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятия

№	Подцели	Вес, %	Баллы	Индекс выполнения	Количество проектов
S _{1.1}	Повышение энерго-экономического уровня производства	25	35	1,4	2
S _{1.2}	Снижение потерь энергоресурсов	15	6	0,4	1
S _{1.3}	Повышение эффективности передачи энергии	10	10	1	1

Из таблицы видно, что индекс выполнения стратегической цели St_1 (I^{St_1}) в процессе реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов составил 1,02, что говорит о ее полном достижении. При этом индекс выполнения подцели $St_{1.1}$ имеет значение выше нормативного, и можно предположить, что для ее достижения были предприняты чрезмерные усилия и соответственно затрачены лишние ресурсы. В то же время реализация проекта Pr_2 не принесла ожидаемых результатов для достижения стратегической подцели $St_{1.2}$.

Периодическое осуществление предложенным методом стратегического анализа портфеля энергоинфраструктурных проектов на протяжении его жизненного цикла позволяет выявлять отклонения в процессе реализации стратегии и осуществлять реоптимизацию набора реализуемых энергоинфраструктурных проектов по целевым показателям.

II. *Полезность (ценность) портфеля* энергоинфраструктурных проектов

Целью формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов является максимизация его «ценности».

Можно выделить основные факторы, определяющие ценность портфеля:

Финансовая ценность. Портфель энергоинфраструктурных проектов реализуется на предприятии, целью которо-

го является увеличение своего благосостояния, поэтому любые инвестиционные вложения должны приносить экономический эффект. При этом проблема формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов, в том числе связана с решением задачи принятия решений в условиях вероятной неопределенности.

Поэтому процесс формирования портфеля сопряжен с действием факторов, которые имеют стохастическую природу, так называемых случайных факторов или случайных возмущений.

На любой энергоинфраструктурный проект P_i воздействуют как внешние случайные факторы возмущения, так и случайные возмущения внутри самого проекта, действие которых обусловлено внутренней организацией проекта.

Воздействие внешних и внутренних случайных факторов распространяется на все проекты P_1, P_2, \dots, P_N множества Π , в связи с чем это случайное воздействие также распространяется и на портфель в целом. Поэтому при формировании портфеля энергоинфраструктурных проектов показатели совокупных рисков компонентов имеют значительный вес.

Необходимо отметить, что влияние данного фактора на портфель энергоинфраструктурных проектов снижается по мере повышения уровня зрелости предприятия в портфельном менеджменте.

Таким образом, показателем, характеризующим относительную доходность портфеля энергоинфраструктурных проектов, т.е. его финансовую ценность с учетом стохастических проявлений рисков событий, является совокупный приведенный интегральный эффект ($\mathcal{E}P_{ин}^n$):

$$\mathcal{E}P_{ин}^n = \sum_{T \in T^{\max}}^{T^{Fin}} \mathcal{E}_{ин_T} \cdot x_i, \quad (2.55)$$

где $\sum_{T \in T^{\max}}^{T^{Fin}} \mathcal{E}_{ин_T}$ – приведенный интегральный эффект со-

вокупности энергоинфраструктурных проектов в момент финансовой активности портфеля T ;

x_i – булева переменная (i – номер проекта), принимающая значения 1, если i -й проект включен в портфель, и 0 – в противном случае.

Данный показатель рассчитывается с условием изменения r_{cp} на интервале времени реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов $T^{\max} = \{T^{St}, T^{Fin}\}$.

Отметим, что в портфеле энергоинфраструктурных проектов допускается присутствие обязательных проектов, имеющих равную нулю рентабельность, но совокупный приведенный интегральный эффект всего портфеля в любом случае не должен принимать отрицательных значений.

Коммерческая ценность. Согласно данным Международного энергетического агентства более 40% затрат на производство и реализацию единицы украинской продукции составляют энергозатраты, которые рассчитываются по формуле

$$\mathcal{E}_{np} = \mathcal{E}_o + \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_n + \mathcal{E}_s, \quad (2.56)$$

где \mathcal{E}_o – энергозатраты на доставку исходных ресурсов;

\mathcal{E}_m – энергозатраты на технологический процесс;

\mathcal{E}_n – энергозатраты на персонал;

\mathcal{E}_s – энергозатраты на экологию.

Поэтому коммерческая ценность портфеля энергоинфраструктурных проектов выражается в повышении конкурентоспособности предприятия в результате снижения энер-

гоемкости продукции за счет реализации компонентов портфеля.

Энергоемкость продукции, услуги ($\mathcal{E}_{np,y}$) определяют в общем виде по формуле

$$\mathcal{E}_{np,y} = (\mathcal{E}_d + \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_n + \mathcal{E}_s) / B, \quad (2.57)$$

где B – общая стоимость выпущенной продукции (стоимость предоставленных услуг).

Показатель энергоемкости продукции и услуги может иметь различные размерности, в общем случае принимая вид: энергозатраты (ГДж, МДж, кДж)/натуральные единицы по видам продукции, услуг, в частности МДж/(кВт·ч) и/или МДж/ккал (для ТЭР), МДж/кг; МДж/т, МДж/1000 единиц, (МДж/м², МДж/м³, МДж/тыс. грн. (для продукции, услуг), МДж/чел.-ч, чел.-ч/н.е. (для услуг).

Для учета потребления всех видов ТЭР необходимо осуществлять перерасчет, ориентируясь на условное топливо. Под условным топливом понимают топливо с теплотой сгорания 29300 кДж/кг. Перерасчет натурального топлива в условное выполняют по формуле

$$T_y = \frac{T_n \cdot Q_n}{29300}, \quad (2.58)$$

где T_y – количество условного топлива, кг;

T_n – количество натурального топлива, кг;

Q_n – средняя теплота сгорания натурального топлива, кДж/кг.

Перечет электрической, тепловой энергии и топлива в условное топливо должен производиться по их физическим (энергетическим) характеристикам на основании соотношений, представленных в [115].

Влияние портфеля энергоинфраструктурных проектов на снижение энергоемкости предлагается рассчитывать следующим образом:

$$\Delta \mathcal{E}_{np.y} = \frac{\mathcal{E}_T}{O_{\mathcal{E}} - \mathcal{E}_T} \cdot 100\% , \quad (2.59)$$

где $\Delta \mathcal{E}_{np.y}$ – снижение энергоемкости продукции, %;

\mathcal{E}_T – общая экономия энергоресурсов в момент финансовой активности портфеля T за счет реализации его компонентов (грн);

$O_{\mathcal{E}}$ – затраты энергоресурсов (грн).

Общая экономия энергоресурсов за счет реализации компонентов портфеля в момент времени T (\mathcal{E}_T) представляет собой алгебраическую сумму экономии затрат конкретных видов энергоресурсов на производство продукции:

$$\mathcal{E}_T = \mathcal{E}_{\mathcal{E}T} + \mathcal{E}_{mT} + \mathcal{E}_{сж.в.Т} + \mathcal{E}_{топл.Т} , \quad (2.60)$$

где $\mathcal{E}_{\mathcal{E}T}$ – экономия электроэнергии (грн);

\mathcal{E}_{mT} – экономия теплоэнергии (грн);

$\mathcal{E}_{сж.в.Т}$ – экономия сжатого воздуха (грн);

$\mathcal{E}_{топл.Т}$ – экономия топлива (грн).

Расчет экономии энергоресурсов за счет реализации компонентов портфеля в момент времени финансовой активности T определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_T = B_T \cdot (\mathcal{E}_{np.T^{St}} + \mathcal{E}_{np.T}) , \quad (2.61)$$

где B_T – стоимость продукции в период финансовой активности портфеля T (грн);

$\mathcal{E}_{np.T^{St}}$ – затраты энергоресурсов на производство единицы продукции в момент начала финансовой активности наиболее раннего проекта в портфеле энергоинфраструктурных проектов (грн);

$\mathcal{E}_{np.T}$ – затраты энергоресурсов на производство единицы продукции в период финансовой активности портфеля энергоинфраструктурных проектов T (грн).

Аналогичным образом можно определить экономию конкретного вида энергоресурсов: электроэнергии, тепловой энергии, сжатого воздуха, топлива.

Таким образом, показатель коммерческой ценности портфеля (K) энергоинфраструктурных проектов можно представить в виде следующего выражения:

$$K = \frac{D_r}{3 \cdot \Delta \mathcal{E}_{np.y}}, \quad (2.62)$$

где D_r – выручка от реализации продукции, грн;

3 – затраты на продукцию, грн;

$\Delta \mathcal{E}_{np.y}$ – коэффициент снижения энергоемкости продукции.

Технологическая ценность. В состав компонентов портфеля энергоинфраструктурных проектов входят проекты, направленные на повышение энергетической эффективности оборудования предприятия, в результате реализации которых повышается эффективность использования энергетических ресурсов предприятия. Влияние портфеля энергоинфраструктурных проектов на эффективность работы оборудования с точки зрения энергетического фактора можно рассчитать следующим образом:

$$\mathcal{E}_{об} = \frac{V_{nomp}^{post} \cdot ОП_{об}^{post}}{V_{nomp}^{pre} \cdot ОП_{об}^{pre}} \cdot 100, \quad (2.63)$$

где $\mathcal{E}_{об}$ – энергоэффективность оборудования, %;

$V_{nomp}^{post}, V_{nomp}^{pre}$ – энергопотребление оборудования на единицу продукции после и до реализации энергоинфраструктурного проекта соответственно, кВт/шт.;

$ОП_{об}^{post}, ОП_{об}^{pre}$ – производительность оборудования после и до реализации энергоинфраструктурного проекта соответственно, шт./час.

Агрегированная ценность. Наиболее важным показателем, всесторонне характеризующим эффективность состояния и функционирования энергоинфраструктуры предприятия, является степень ее энергетической безопасности E [153, 222]. Методика расчета указанного критерия будет представлена в последующих разделах предлагаемой работы. На данном этапе необходимо отметить, что энергобезопасность энергоинфраструктуры описывается множеством состояний $E = [0, 1]$, которое разбито на десять подмножеств с соответствующим значением уровня безопасности от $\varepsilon \in [0; 0,1[$, характеризующимся как «кризисное чрезвычайное» до $\varepsilon \in]0,8; 1]$ – «благополучное». Агрегированная ценность портфеля повышается по мере перехода в качественно новую область энергобезопасности в результате реализации его компонентов.

Влияние портфеля энергоинфраструктурных проектов на изменение уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры можно оценить следующим образом:

$$\Delta E = \frac{E^{post}}{E^{pre}}, \quad (2.64)$$

где $\Delta E^{post}, E^{pre}$ – соответственно степень энергобезопасности энергоинфраструктуры до и после реализации компонентов портфеля энергоинфраструктурных проектов.

III. Сбалансированность. Портфель энергоинфраструктурных проектов реализуется в условиях ограниченности ресурсов, поэтому целесообразно осуществлять его балансировку именно по этим параметрам. Данная задача решается на основании оптимизационного расчета, т.е. выбора очередности компонентов портфеля с учетом заданного уровня начального капитала и потока возврата средств внутри портфеля.

Ограничениями здесь являются: полнота финансового обеспечения портфеля, означающая, что в любой момент времени сумма средств, затраченных к моменту T , $T \in T^{\max} = [T^{St}, T^{Fin}]$, не превосходит общей суммы средств, выделенных на реализацию портфеля энергоинфраструктурных проектов с учетом предельного допустимого уровня дефицита.

Данный критерий формулируется в виде логического предиката $PFinFull$:

$$PFinFull = (CUM(I(T)) \leq (S + D), \forall T \in [T^{St}, T^{Fin}]), \quad (2.65)$$

где $CUM(I(T))$ – кумулятивный профиль затрат инвестиционных средств портфеля энергоинфраструктурных проектов;

S – общая сумма средств, выделенных на реализацию портфеля;

D – предельный уровень дефицита.

Операция определения кумулятивного профиля $CUM(I(T))$ состоит в определении профиля, построенного путем суммирования всех значений $I(T)$, на интервале от T^{St} до T . Модель строится исходя из того, что параметры портфеля изменяются во времени непрерывно, поэтому кумулятивный профиль определяется путем интегрирования:

$$CUM(I(T)) = I(T^{St}) + \int_{T^{St}}^T I(v)dv, T \in [T^{St}, T^{Fin}], \quad (2.66)$$

где v – переменная интегрирования. Интегрирование осуществляется на интервале от момента начала портфеля $T^{St} = t_0(\Pr_{First})$ до момента времени T , значение которого меняется от T^{St} до T^{Fin} .

Полнота ресурсного обеспечения портфеля. Ресурсное обеспечение портфеля энергоинфраструктурных проектов является полным, если в любой момент времени его реализа-

ции T на предприятии имеются свободные ресурсы всех видов, необходимые на данном этапе.

Определение данного критерия для портфеля энергоинфраструктурных проектов осуществляется по аналогии с выражением (2.11).

Критерий полноты ресурсного обеспечения можно сформулировать в виде логического предиката $PIResFull$:

$$PIResFull = \bigwedge_{m=1}^M \left(AGR(R_m^1(T), \dots, R_m^N(T)) \leq r_m^0 + r_m^{Buy}(T) \right),$$

$$\forall T \in [T^{St}, T^{Fin}], \quad (2.67)$$

где $AGR(R_m^1(T), \dots, R_m^N(T))$ – агрегированный профиль потребности ресурсов вида m по всем компонентам портфеля множества Π , $\|\Pi\| = N$ к моменту времени финансовой активности портфеля T .

Проблема формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов решается в условиях неопределенности. Как правило, для решения подобных задач привлекается аппарат теории вероятности. Однако в данном случае применение теории вероятности представляется недостаточно корректным и обоснованным. Причиной этого является недостаток априорной информации, не позволяющей с достаточностью степенью уверенности установить адекватность выбранной для описания ситуации вероятностной модели.

При формировании портфеля энергоинфраструктурных проектов в условиях ограниченности ресурсов проекты оцениваются с использованием нечетких множеств, и формулируется задача нечеткого линейного программирования, при этом нечеткой является целевая функция. Ограничения задачи также являются нечеткими, т.к. заранее определить точное количество доступных либо необходимых для реализации проекта ресурсов не представляется возможным [298]. Представим модель портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Пусть имеется N энергоинфраструктурных проектов, из которых нужно сформировать портфель. Каждому проекту соответствует булева переменная модели x_i (i – номер проекта), принимающая значения 0 и 1. Предполагаем $x_i = 1$, если i -й проект включен в портфель, и $x_i = 0$ в противном случае.

С каждым энергоинфраструктурным проектом связывается следующий набор показателей:

$I(\text{Pr})_i$ – затраты на i -й проект на стадии финансовой активности t ;

$TRes(\text{Pr})_{ijt}$ – количество специалистов направления j , необходимых i -му проекту на стадии финансовой активности t ,

$$St(\text{Pr})_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если } i\text{-й проект соответствует} \\ & j\text{-й стратегической цели;} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases},$$

$$Pr_{pq} = \begin{cases} 1 & \text{если } p\text{-й проект связан с} \\ & \text{проектом } q \text{ отношением} \\ & \text{импликации, т.е. если проект} \\ & q \text{ включаем в портфель, то и} \\ & \text{проект } p \text{ необходимо включить} \\ & \text{в портфель;} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}.$$

Показатели $\overline{Q}(\text{Pr})_i$, $I(\text{Pr})_i$, $TRes(\text{Pr})_{ijt}$ являются нечеткими числами.

Следующие показатели описывают количество ресурсов, выделенных для данного портфеля энергоинфраструктурных проектов, они также задаются в виде нечетких чисел:

$S(T)$ – бюджет портфеля на стадии T ;

$TRes(T)_j$ – количество специалистов направления j , доступных на стадии T ;

$AGR(R_m^1(t), \dots, R_m^N(t))$ – агрегированный профиль потребности ресурсов вида m по всем компонентам портфеля множества Π , $\|\Pi\| = N$ к моменту времени финансовой активности t энергоинфраструктурного проекта;

r_m^0 – ресурс вида m , который находится в наличии на предприятии;

r_m^{Buy} – план закупки ресурса вида m ;

St_j^{\max} – максимальный совокупный бюджет, который можно потратить на достижение стратегической цели j ;

St_j^{\min} – минимальный совокупный бюджет, который необходимо потратить на достижение стратегической цели j .

Модель портфеля энергоинфраструктурных проектов представляется как нечеткая задача целочисленного линейного программирования:

$$\mathcal{E}\Pi_{un}^n = \sum_{T \in T^{\max}}^{T^{Fin}} \mathcal{E}_{unT} \cdot x_i \rightarrow \max ; \quad (2.68)$$

$$\left(\sum_{i=1}^N I(\Pr)_i x_i \leq S(T) + D \right), \forall t, t \in T, \text{ т.е. } \Pi FinFull = True ; \quad (2.69)$$

$$\sum_{i=1}^N TRes(\Pr)_{ijt} x_j \leq TRes(T)_j, \quad \forall j, t ; \quad (2.70)$$

$$\bigwedge_{m=1}^M \left(AGR(R_m^1(t), \dots, R_m^N(t)) \leq r_m^0 + r_m^{Buy}(T) \right), \forall T \in [t_0, t_j],$$

$$m = \overline{1, M}, \text{ т.е. } \Pi ResFull = True ; \quad (2.71)$$

$$\sum_{i=1}^N St(\Pr)_{ij} I(\Pr)_i x_i \leq St_j^{\max}, \quad \forall j ; \quad (2.72)$$

$$\sum_{i=1}^N St(\Pr)_{ij} I(\Pr)_i x_i \leq St_j^{\min}, \quad \forall j ; \quad (2.73)$$

$$\Pr_{pq}(x_q - x_p) \leq 0, \quad \forall p, q; \quad (2.74)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad \forall i. \quad (2.75)$$

Таким образом, целевой функцией модели, является финансовая ценность портфеля энергоинфраструктурных проектов. Модель содержит нечеткие ограничения четырех видов: бюджетные ограничения, ограничения на человеческие и иные ресурсы и стратегические ограничения. Стратегические ограничения показывают, какая пропорция между стратегическими целями должна соблюдаться при распределении ресурсов портфеля. Единственное четкое ограничение (2.74), основанное на использовании логической операции импликации, гарантирует включение в портфель вместе с выбранным проектом всех проектов, от которых он зависит.

Заметим, что модель сформулирована не полностью (или нечетко), поскольку не указано, как можно сравнивать между собой нечеткие числа при проверке ограничений модели и как устанавливать оптимальность портфеля энергоинфраструктурных проектов. Одним из возможных путей решения данной проблемы является использование степени удовлетворения условию. Фиксируем уровни достоверности $\lambda_s, \lambda_{Res}, \lambda_R, \lambda_{St}, \gamma$ для ограничений на бюджет, персонал, ресурсы, стратегии и для целевой функции соответственно. Рассмотрим следующую систему соотношений:

$$\max_v N = \sum \exists \Pi_{ин}^n(v, v, \infty, \infty) \geq \gamma; \quad (2.76)$$

$$N_{\sum I(\Pr)_{it}}(S(T) + D) \geq \lambda_s, \quad \forall t, t \in T; \quad (2.77)$$

$$N_{Res(\Pr)_{ij}, x_j}(Res(T)_j), \quad \forall j, t; \quad (2.78)$$

$$N_M \bigwedge_{m=1}^{AGR(R_m^1(t), \dots, R_m^N(t))} (r_m^0 + r_m^{Buy}) \geq \lambda_R, \quad \forall T \in [t_0, t_j], m = \overline{1, M}; \quad (2.79)$$

$$N_{St(\Pr)_{ij} I(\Pr)_{it} x_i}(St_j^{\max}) \geq \lambda_{St}, \quad \forall j; \quad (2.80)$$

$$N_{St(\Pr)_{ij} I(\Pr)_{i_j} x_i} (St_j^{\min}) \geq \lambda_{St}, \quad \forall j; \quad (2.81)$$

$$\Pr_{pq} (x_q - x_p) \leq 0, \quad \forall p, q; \quad (2.82)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad \forall i. \quad (2.83)$$

Если все нечеткие числа, входящие в модель, являются трапециевидными, то формулируется задача (четкого) целочисленного линейного программирования, для решения которой можно использовать стандартные методы. Необходимо отметить, что в большинстве случаев для целевой функции степень удовлетворения условию будет находиться в пределах нуля, т.е. $\gamma \approx 0$, что обосновано включением в состав портфеля обязательных энергоинфраструктурных проектов с низкой степенью рентабельности.

РАЗДЕЛ 3

МЕТОДОЛОГИЯ ДУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ

3.1 Дуальное управление портфелем энергоинфраструктурных проектов как сложной организационно-технической системой

В классическом менеджменте существует большое разнообразие методов управления и их классификаций. Наиболее широкое распространение получила классификация методов управления в зависимости от их содержания, направленности и организационной формы, отражающая административное, экономическое и социальное воздействие на управляемую подсистему.

Сегодня появились новые современные методы управления, основанные на синтезе различных подходов и междисциплинарных знаний и ориентированные на управление сложными системами, среди которых можно выделить нелинейное управление, теорию катастроф, построение оптимальных робастных регуляторов, игровые методы управления, интеллектуальное управление, имитационное управление и др. [258]. Отличительной особенностью большинства указанных методов является то, что они основываются на широком применении информационных технологий, позволяющих значительно повысить эффективность, скорость принятия решений, сократить затраты на реализацию и т.д.

Портфель энергоинфраструктурных проектов является основным инструментом согласования стратегии развития энергоинфраструктуры с реализацией проектно-ориентированных направлений деятельности. Управление портфелем как рядом отдельных энергоинфраструктурных проектов по-

рождает ряд проблем: могут дублироваться работы, возникать несогласованные (а иногда и противоположные) цели по разным компонентам, неэффективно использоваться дефицитные ресурсы, неверно оцениваться и учитываться результаты. В итоге рентабельность инвестиций и общая результативность снижаются. Для того чтобы проектное управление позволило получить фактические преимущества от своего внедрения на предприятии, портфелем энергоинфраструктурных проектов необходимо управлять соответствующим образом.

Портфель энергоинфраструктурных проектов является сложной организационно-технической системой. Поэтому при построении модели управления такой системой задача сводится, прежде всего, к выявлению и описанию только существенных для решаемой задачи свойств объекта управления. Цель получить исчерпывающую информацию о моделируемой системе с тем, чтобы построить абсолютно адекватную модель управления, является недостижимой. Сложность системы условно можно оценить числом параметров, с помощью которых эта система может быть описана, числом аспектов, в рамках которых можно рассматривать и изучать систему. Портфель энергоинфраструктурных проектов можно рассматривать, по крайней мере, на трех уровнях: финансовом, материальном и технико-технологическом.

В системном анализе различают понятия структурной и динамической сложности [11, 35, 181]. Структурная сложность портфеля энергоинфраструктурных проектов подразумевает сложность структуры финансовых потоков и схемы взаимодействия энергоинфраструктурных проектов в рамках всего портфеля в целом. Динамическую сложность портфеля можно определить как сложность прогнозирования последовательности событий и степень их влияния на портфель в целом и отдельные его компоненты. Важной задачей для дан-

ного исследования является построение модели управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, которая учитывала бы сложность и изменчивость структуры портфеля и адекватно реагировала на внешние воздействия. Динамический аспект будет рассматриваться с точки зрения возможных преобразований структуры портфеля, связанных с его оптимизацией и реоптимизацией в условиях динамичности внешних и внутренних воздействий на объект управления.

Компоненты портфеля (энергоинфраструктурных проекты, программы, другие работы) характеризуются количественными показателями, поэтому они могут быть измерены, оценены, упорядочены по степени важности и им могут быть назначены приоритеты. В каждый конкретный момент времени в портфеле должны содержаться только те компоненты, которые в своей совокупности характеризуют стратегические цели развития энергоинфраструктуры предприятия и способствуют их достижению. Однако в современных условиях динамичности экономико-политической среды Украины, когда внешние воздействия непрерывно изменяются во времени и заранее не могут быть диагностированы однозначно, невозможно единожды определить состав и структуру компонентов портфеля, т.е. построить модель. Возникает необходимость применения новых подходов к управлению с целью обеспечения управляемости. Непостоянство условий реализации портфельной деятельности, трансформация «объекта» и «содержания» портфельного менеджмента формируют новую управленческую парадигму – дуального управления.

Таким образом, управление портфелем энергоинфраструктурных проектов целесообразно представить как диалектическое единство функционирования и развития. В этой ситуации управляющие воздействия носят двойственный – **дуальный характер**. Они служат и средством изучения, познания объекта управления, и средством направления его к

желаемому, т.е. необходимому состоянию за счет изменения самой системы управления. Следовательно, предлагается использование принципа дуального управления применительно к процессам портфельного менеджмента.

На основании вышеизложенного предложена концептуальная модель дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов с целью реализации стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия, основанная на представлении портфеля как динамической системы с обратной связью (рис. 3.1).

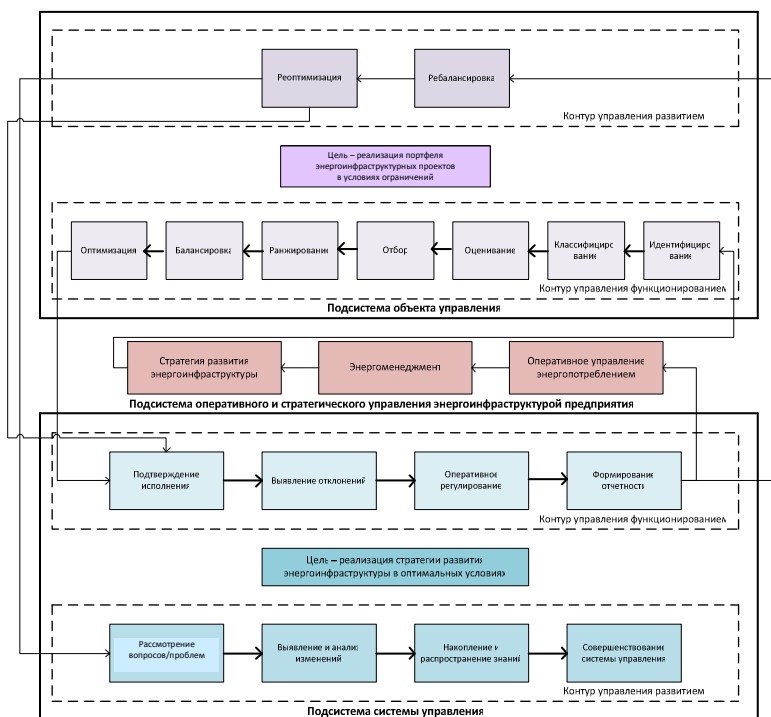


Рисунок 3.1 – Концептуальная модель дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектах

Механизмы функционирования данной модели представляют собой взаимосвязь каналов обратной связи между двумя подсистемами, имеющими разные цели:

- подсистема объекта управления – портфеля энергоинфраструктурных проектов;
- подсистема системы управления.

Внутри каждой подсистемы выделяются два взаимосвязанных и взаимообусловленных компонента:

- контур управления функционированием;
- контур управления развитием.

Декомпозицию контура управления функционированием в подсистеме объекта управления целесообразно представлять как последовательность процессов «Планирования и формирования» портфеля энергоинфраструктурных проектов. Данные процессы практически соответствуют процессной модели PMI в редакции «The Standard for Portfolio Management» [295], но имеют свои особенности, связанные со спецификой изучаемого проектного направления.

Вследствие нестационарности и высокого уровня энтропии портфеля энергоинфраструктурных проектов в контур управления функционированием подсистемы системы управления предлагается встроить дополнительные процессы: выявление отклонений; оперативное регулирование.

Реализация контуров управления развитием, как в подсистеме объекта управления, так и в подсистеме системы управления, подразумевает введение дополнительной группы процессов: ребалансировки и реоптимизация (для подсистемы объекта управления); процессов «Изменение и развитие» (для подсистемы системы управления).

Детализация предлагаемой процессной модели и ее отличия от процессной модели PMI в редакции «The Standard for Portfolio Management» будут представлены в четвертом разделе данной работы.

Концептуальная модель дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, построенная на основе принципа обратных связей динамических систем, учитывает взаимосвязь и взаимообусловленность процессов функционирования и развития входящих в нее подсистем, а также взаимодействие с внешней средой и позволяет формировать механизмы дуального управления процессами портфельного менеджмента через параметры информации о состоянии объекта управления, которые при помощи адаптации преобразуются в управленческие компетенции с целью повышения результативности данного вида проектной деятельности. Подобный подход способствует более успешному достижению стратегических целей развития энергоинфраструктуры предприятия и позволит со временем перейти от реактивного к проактивному управлению.

На основе принципа дуальности выделяется совокупность двух главных критериев эффективности представленной системы управления: критерия эффективности функционирования и критерия эффективности развития. В условиях неполноты априорной информации об объекте управления и недетерминированности внешних воздействий критерий эффективности развития определяется в процессе уточнения критерия функционирования, при этом и тот и другой, в конечном счете, не будут инвариантными.

Расшифровка представленных критериев такова:

1) критерий эффективности функционирования:

➤ для подсистемы объекта управления критерием является соответствие портфеля энергоинфраструктурных проектов установленным ограничениям (модель портфеля (2.68 – 2.83));

➤ для подсистемы управления показателями эффективности выступают критерии эксплуатации системы управле-

ния портфелем энергоинфраструктурных проектов (раздел 6 табл. 6.5 данного исследования).

2) критерий эффективности развития:

➤ для подсистемы объекта управления критерием является соответствие портфеля энергоинфраструктурных проектов установленным ограничениям (модель портфеля (2.68-2,83)) после реализации ребалансировки и реоптимизации вследствие каких-либо изменений;

➤ для подсистемы управления – показателями эффективности выступают критерии внедрения системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов.

В силу одновременности процессов изучения и управления возникает проблема обеспечения управляемости портфельного менеджмента. В общем смысле *управляемость* – это свойство системы и объекта управления, описывающее возможность перевести систему из одного состояния в другое. Критерием управляемости является качество управления, которое отражает уровень совершенства процессов управления. Так, качество портфельного управления проявляется в том, насколько управленческие механизмы, процессы и компетенции обеспечивают возможность достижения стратегических целей развития энергоинфраструктуры за счет реализации множества проектов.

Основным вопросом здесь является установление предельного уровня повышения качества управления.

С этой целью разработан ***метод модификационной изменчивости***, который позволяет на основе информации об изменении состояния портфеля, информационного и методологического потенциала системы управления определять необходимый уровень повышения качества портфельного менеджмента для успешной реализации целей управления. Суть его заключается в следующем.

Из аксиом управления следует, что управление заключается в ограничении состояний управляемого объекта. Это значит, что энтропия портфеля энергоинфраструктурных проектов должна быть равна нулю:

$$H(\Pi^i) = 0, \forall \Pi^i \in \Pi^A = \{\Pi^1, \Pi^2, \dots, \Pi^M\}, \quad (3.1)$$

где Π^i – произвольный портфель энергоинфраструктурных проектов из множества других портфелей $\Pi^A = \{\Pi^1, \Pi^2, \dots, \Pi^M\}$.

Иными словами, неопределенность относительно состояний объекта управления в управляющей системе должна полностью отсутствовать и объект управления должен находиться в строго определенном состоянии с вероятностью, равной единице.

Если портфель энергоинфраструктурных проектов характеризуется одним показателем качества (критерием оптимальности) y^i и может находиться в n состояниях $y_1^j, y_2^j, \dots, y_n^j$ с вероятностями $p(y_1^j), p(y_2^j), \dots, p(y_n^j)$, то сообщение Y о том, в каком состоянии находится объект в системе с полной информацией, будет содержать количество информации, равное его энтропии:

$$H(Y) = - \sum_{i=1}^n p(y_i^j) \log_2 p(y_i^j). \quad (3.2)$$

Для оценки состояний портфеля, характеризуемого m показателями качества y^j , требуется провести суммирование и по $j, j = 1, 2, \dots, m$.

Энтропия $H(Y)$ является мерой первоначальной неопределенности состояния портфеля энергоинфраструктурных проектов. Чем больше число различных состояний объекта и чем меньше отличаются друг от друга их вероятности, тем больше энтропия портфеля. При n равновероятностных со-

стояниях $p_i = 1/n$ значение энтропии максимально:
 $H(Y)_{\max} = \log_2 n$.

С получением сведений об объекте управления – портфеле энергоинфраструктурных проектов неопределенность его состояния для управляющей системы уменьшается. Количество взаимной информации в сообщениях, предназначенных для уточнения состояния (уменьшения энтропии) портфеля, определяют как разность:

$$I(Y, Y') = H(Y) - H(Y, Y'), \quad (3.3)$$

где $H(Y, Y')$ – условная энтропия портфеля энергоинфраструктурных проектов после получения сообщения Y' .

Если полученное сообщение полностью характеризует состояние объекта, то оно полностью снимает неопределенность ($H(Y, Y') = 0$) и несет количество информации, равное $H(Y)$.

Из теории информации также известно, что количество информации обладает двумя важными свойствами: положительностью и симметричностью. Первое свойство свидетельствует о том, что количество информации всегда больше или равно нулю ($I \geq 0$). Согласно второму свойству количество взаимной информации $I(A, B)$, содержащее принятое сообщение о посланном, равно количеству взаимной информации $I(B, A)$, которое содержит посланное сообщение о принятом:

$$I(A, B) = I(B, A). \quad (3.4)$$

Указанные характеристики информации позволяют провести анализ управляющих воздействий относительно их соответствия состояниям управляемого объекта – портфеля энергоинфраструктурных проектов. Иначе ГОВОРЯ, определить пределы управления.

Пусть существует система управления, в которой решается задача оптимизации, – оптимизации портфеля энер-

гоинфраструктурных проектов при случайных воздействиях внешней среды. Система описывается множеством возможных состояний объекта управления $Y = \{y_i\}, i = 1, 2, \dots, n$ и множеством возможных управляющих воздействий (управленческих решений) $X = \{x_j\}, j = 1, 2, \dots, m$.

Для определения пределов управления рассмотрим три возможных варианта:

1. Отсутствие априорной информации. Если информация отсутствует, то управляемый объект – портфель энергоинфраструктурных проектов может принимать любое из состояний Y и характеризуется максимальной энтропией

$$H(Y) = - \sum_{i=1}^n p(y_i) \log_2 p(y_i) = H(Y)_{\max}. \quad (3.5)$$

2. Идеальное управление (управление с полной информацией). Если управление идеальное, то портфель энергоинфраструктурных проектов будет все время находится в заданном состоянии с вероятностью, равной единице, и поэтому энтропия управляемого объекта равна нулю.

3. Реальное управление (управление с неполной априорной информацией). В реальных условиях при формировании портфеля энергоинфраструктурных проектов обычно известны лишь ограничения и массив потенциальных энергоинфраструктурных проектов, при этом полностью отсутствует информация о структуре портфеля, взаимосвязях между компонентами, конечных результатах и вероятностном влиянии внешних возмущений. При управлении в таких условиях имеют место отклонения состояния управляемого объекта относительно заданного. Это определяется тем, что управляющая система не обладает полной информацией о состоянии среды N и объекта управления $Y (N' \subset NuY' \subset Y)$. Это приводит к тому, что управляющие воздействия не полностью соответствуют требуемым воздействиям. В этом случае

можно сделать вывод, что энтропия портфеля энергоинфраструктурных проектов в реальных условиях может изменяться в пределах

$$0 < H(Y/X) < H(Y)_{\max}. \quad (3.6)$$

Качество управления может определяться количеством взаимной информации $I(X/Y)$ в управляющих воздействиях X относительно состояний управляемого объекта Y , вычисляемой как разность между безусловной и условной энтропией

$$H(Y)_{\max} - H(Y/X) = I(X, Y), \quad (3.7)$$

что соответствует уменьшению энтропии портфеля энергоинфраструктурных проектов на величину, равную полученной информации.

В то же время, количество взаимной информации $I(X/Y)$ в управляющих воздействиях X относительно состояний управляемого объекта Y может быть выражено как разность энтропии управляющей системы $H(X)$ и условной энтропии управляющей системы после получения сообщения о состоянии портфеля энергоинфраструктурных проектов $H(X/Y)$:

$$I(X, Y) = H(X) - H(X/Y). \quad (3.8)$$

Подставив выражение (3.8) в правую часть выражения (3.7), получим:

$$H(Y)_{\max} - H(Y/X) = H(X) - H(X/Y). \quad (3.9)$$

После переноса $H(Y)_{\max}$ из левой части выражения (3.9) в правую часть и замены знаков получим:

$$H(Y/X) = H(Y)_{\max} - H(X) + H(X/Y). \quad (3.10)$$

Выражение (3.10), определяющее предельные возможности управления, показывает, что для повышения качества

управления, т.е. уменьшения энтропии $H(Y/X)$, необходимо:

➤ уменьшать разнообразие состояний управляемого объекта – портфеля энергоинфраструктурных проектов, $H(Y)$. Данное направление предлагается реализовывать в процессе многоэтапного и многокритериального отбора компонентов в портфель энергоинфраструктурных проектов с помощью динамических моделей планирования и формирования;

➤ увеличивать разнообразие управляющих воздействий $H(X)$, приближая его к состоянию управляемого объекта $H(Y)$. Данное направление можно реализовать посредством наблюдения за портфелем энергоинфраструктурных проектов в процессе его реализации, накопления информации об изменении его состояния и структуры под воздействием внешних возмущений, ее анализе и разработки управленческих решений с учетом накопленных знаний;

➤ уменьшать неоднозначность управляющих воздействий относительно состояний портфеля $H(X/Y)$, что возможно при наличии достаточно полной информации об управляемом объекте и внешней среде.

Иными словами, нужно стремиться к тому, чтобы на каждое возможное состояние портфеля энергоинфраструктурных проектов имелось свое управляющее воздействие, чтобы существовала возможность использования управляющих воздействий в зависимости от состояния и чтобы всякий раз обеспечивался выбор того воздействия, которое соответствует состоянию портфеля энергоинфраструктурных проектов. Выражение (3.10) отражает фундаментальный принцип кибернетики, известный как принцип необходимого разнообразия (принцип У. Росса Эшби) и формулируемый кратко

так: «Разнообразие управляющей системы должно быть не меньше разнообразия объекта управления» [11].

Итак, необходимым условием эффективного управления является выполнение следующего условия:

$$I > H(Y), \quad (3.11)$$

где $H(Y)$ – сложность (разнообразие) проявлений портфеля энергоинфраструктурных проектов в условиях неполной априорной информации и под воздействием внешних воздействий;

I – информационный потенциал субъекта управления, т.е. сложность (разнообразие) его модельных представлений о рассматриваемом объекте, используемых для выработки управляющих воздействий (управленческих решений).

В настоящее время данное условие в системе управления портфелем энергоинфраструктурных проектов в силу описанных выше причин, связанных с динамичностью внешних воздействий и отсутствием априорной информации об объекте, используемой для выработки управляющих воздействий, явно не выполняется. Более того,

$$I < H(Y), \quad (3.12)$$

Все попытки выхода из этой ситуации чисто экстенсивным путем (за счет увеличения численности аппарата управления) никакого положительного результата не дают, поскольку они лишь увеличивают сложность и запутанность самого аппарата, не увеличивая его содержательного информационного потенциала.

Существует два принципиально различных пути разрешения проблемы сложности: во-первых, приспособление за счет упрощения, деградации портфеля энергоинфраструктурных проектов (упрощение стратегических целей, сокращение мощности портфеля, сокращение горизонтов стратегического планирования и сроков реализации портфеля и др.)

к неэффективной системе управления; и, во-вторых, резкое, качественное, адекватное повышение потенциала всей системы управления. Необходимо также отметить, что существует и третий путь – «замораживание» ситуации на некотором приемлемом для предприятия уровне реализации стратегии развития энергоинфраструктуры. Такой путь, как правило, реализуется за счет увеличения затрат предприятия и ущерба для производственного процесса.

Реализация стратегии развития энергоинфраструктуры через портфель энергоинфраструктурных проектов связана не только с повышением уровня сложности, разнообразия задач управления, но и с резким усилением интегративных, синергетических проявлений практически во всех областях деятельности предприятия, с глобализацией последствий этой деятельности, а также со значительным ростом интенсивности информационных обменов. И эти три важнейших обстоятельства (усложнение, интеграция и интенсификация) приводят к тому, что единственно возможной альтернативой деградации становятся отказ от принципа моносубъектного управления и переход на принцип дуального управления (рис. 3.2).

В соответствии с принципом дуального управления подавляющая часть потока оперативной информации фильтруется (анализируется) управляющим объектом с помощью соответствующих моделей и методов. Часть этого потока, преобразованного и предварительно проанализированного, служит основой (аргументной платформой) для выработки, принятия и реализации управленческих решений соответствующего уровня. Адекватность последних, возможные последствия реализации в той или иной степени могут также оцениваться с помощью рассматриваемой системы моделей и методов, и соответственно вносятся необходимые коррективы.

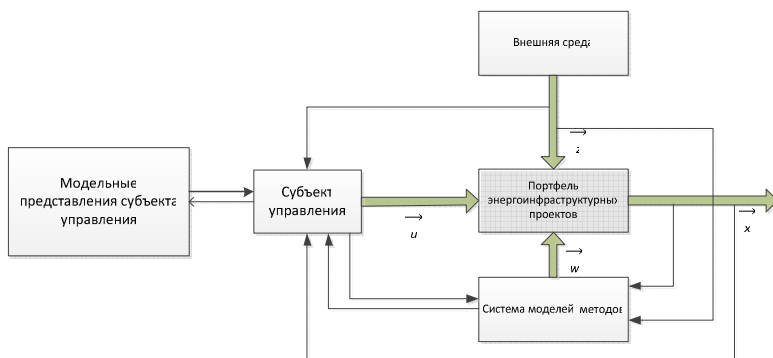


Рисунок 3.2 – Схема реализации принципа дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов
 (\bar{x} – вектор признаков состояния объекта управления – портфеля энергоинфраструктурных проектов; \bar{u} – вектор управления; \bar{z} – вектор возмущающих воздействий внешней среды; \bar{w} – вектор переменных управления)

Вторая часть отфильтрованного потока информации на определенном этапе не подлежит обработке существующими моделями и методами, т.е. для ее обработки и анализа формируются новые модели и методы. Таким образом, процесс наращивания методологической базы системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов для принятия управленческих решений будет осуществляться до тех пор, пока не начнет выполняться неравенство (3.11).

Согласно классическому определению модель есть структура для хранения знаний. В случае использования такого рода системы моделей и методов возникает совершенно новая ситуация, когда потенциал системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов становится равным сумме двух потенциалов

$$I_{\Sigma} = I + M, \quad (3.13)$$

где M – методологический потенциал управления (система моделей, методов и алгоритмов их реализации).

В соответствии с последним выражением суммарный потенциал всей системы управления может быть повышен путем накопления информации об объекте управления и наращивания методологической базы до необходимого согласно закону Р. Эшби уровня:

$$I + M > H(Y). \quad (3.14)$$

Благодаря этому возникают предпосылки для обеспечения приемлемой эффективности управления, т.е. достижения в результате реализации портфеля стратегических целей развития энергоинфраструктуры предприятия в условиях принятых ограничений.

Таким образом, полномасштабная реализация принципа дуального метода предложенным методом модификационной изменчивости позволяет решить не только проблему управляемости сложными (разнообразными) изменениями портфеля энергоинфраструктурных проектов, но и проблемы интеграции и интенсификации указанных изменений.

3.2 Модель и алгоритм адаптивных технологий дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов

Дуальное управление было открыто и существенно развито А. А. Фельдбаумом на основе теории статистических решений [252]. Такой подход является наилучшим в тех случаях, когда задана априорная плотность распределения внешних воздействий и параметров управляемого объекта, а показателем оптимальности является полный риск. В то же время такой путь решения является достаточно сложным и может быть применим только в сравнительно простых случаях. Так как недостаток в априорной информации относится также и к плотностям распределения, то имеет смысл искать иные пути решения задач дуального управления портфелем

энергоинфраструктурных проектов, не требующие знания априорных плотностей распределения, а именно посредством адаптации.

Адаптацию в широком смысле понимают как приспособление системы к изменению условий [260]. Впервые понятие адаптации было использовано в 1954 г. Цянь Сюэ-Ценем в его книге для обозначения способности живой системы приспосабливаться к изменяющимся условиям. В 1955 г. Е. Х. Беннер и Р. Дреник описали техническую систему, обладающую подобным свойством. До сих пор нет общепринятого определения адаптивных систем [262, 266]. Адаптивной будем считать систему, которая может приспособливаться к изменениям внутренних и внешних условий [95, 243, 272]. Отличительная черта адаптивных систем – поддержание постоянным критерия качества их применения посредством приспособления к постоянно изменяющимся условиям [260, 262, 266].

По образному выражению А.А. Фельдбаума, адаптация является третьей иерархией (первая – управление как реализация управляющего воздействия; вторая – регулирование как реализация управляющего воздействия с использованием обратной связи) [251]. Действительно, при отсутствии обратной связи система управления должна располагать достаточно точной моделью объекта управления для реализации управляющего воздействия (рис. 3.3).

Формально задача управления в этом случае может быть представлена следующим образом.

Найти такие управляющие воздействия, которые максимизируют функцию качества системы Q при влиянии возмущений. Параметр качества системы включает стратегическую реализуемость и полезность (ценность) портфеля энергоинфраструктурных проектов, т.е. доведение значения индекса выполнения стратегических целей до единицы $I^S = 1$;

максимизацию финансовой, коммерческой, технологической и агрегированной ценностей портфеля:

$$Q(x, \omega) \rightarrow \max_{x \in X}(x), \quad (3.15)$$

где Q – функция качества системы;

x – управляющее воздействие;

ω – возмущение внешней среды.

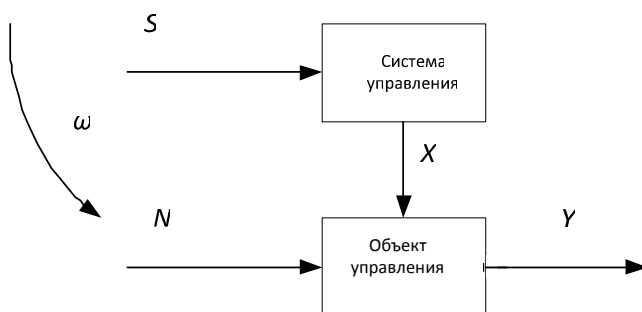


Рисунок 3.3 – Управление без обратной связи или первая иерархия:

S – задание, план управления; X – управляющее воздействие;

Y – выход: состояние объекта управления; N – вход: известная информация об объекте управления; ω – возмущение внешней среды

Иначе говоря, необходимо найти такие допустимые управляющие воздействия, которые бы максимизировали критерий качества. В случае открытой системы, какой является портфель энергоинфраструктурных проектов, такая модель должна предусматривать воздействие на объект всего комплекса факторов внешней среды. Очевидно, что подобное ограничение приводит к чрезмерному возрастанию сложности системы управления.

Введение обратной связи позволит существенно снизить требования к системе управления, так как с помощью обратной связи значительно проще координировать объект, используя информацию о рассогласовании или разрыве между требуемым и фактическим выходом (рис. 3.4).

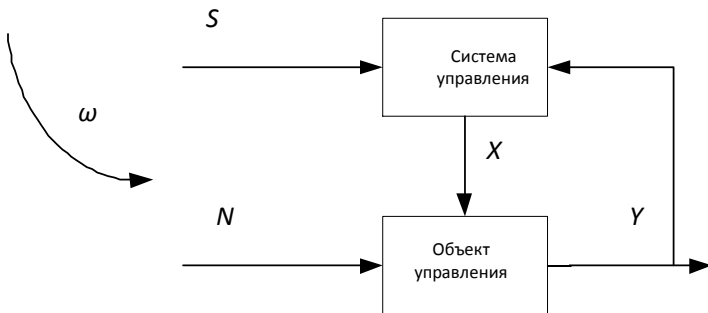


Рисунок 3.4 – Управление с обратной связью или вторая иерархия:
 S – задание, план управления; X – управляющее воздействие;
 Y – выход: состояние объекта управления; N – вход: известная информация об объекте управления; ω – возмущение внешней среды

Формальная постановка задачи управления изменяется:

$$Q(S, x, y, \omega) \rightarrow \max_{x \in X, y \in Y}(x), \quad (3.16)$$

где S – задание, план управления;

y – состояние объекта управления.

Таким образом, даже не располагая моделью объекта управления, система управления с обратной связью может координировать такой объект управления.

В нестационарных условиях, когда портфель энергоинфраструктурных проектов подвергается различного рода возмущающим воздействиям извне, существенным становится вопрос качества управления. Согласно методу модификационной изменчивости, качество управления повышается не только по мере снижения энтропии портфеля энергоинфраструктурных проектов, но и за счет наращивания методологической базы, формирующей алгоритм управления. Таким образом, формально задача управления преобразуется к виду:

$$Q(S, x, y, m, \omega) \rightarrow \max_{x \in X, y \in Y, m \in M}(x), \quad (3.17)$$

где m – закон или алгоритм управления.

Иначе говоря, необходимо найти такой закон (алгоритм) управления, при котором обеспечивается максимальное значение индекса выполнения стратегических целей в заданном диапазоне управляющих воздействий. В связи с тем, что возмущения оказывают влияние на портфель энергоинфраструктурных проектов и систему управления, при их возникновении оптимум нарушается, и качество управления падает.

Дальнейшее снижение качества управления, ввиду увеличения разрыва между новым оптимальным законом управления (закон, который обеспечивает экстремальное значение Q) и фактически действующим законом, может привести к неустойчивости и неуправляемости системы.

Решение проблемы возможно двумя основными путями: 1) синтезом системы управления и портфеля энергоинфраструктурных проектов, нечувствительного к возмущениям; 2) синтезом адаптивной системы, перестраивающей закон (алгоритм) управления в зависимости от возмущений [266].

Синтез нечувствительной к возмущениям системы не представляет интереса ввиду того, что его невозможно применить к портфелю энергоинфраструктурных проектов.

Синтез адаптивной системы представляет собой сложную, но осуществимую задачу. Для ее решения необходимо найти такой закон (алгоритм) адаптации, при котором возмущения не приводят к существенному снижению качества управления и к потере управляемости ввиду того, что компенсируются новым (адаптированным к возмущению) законом (алгоритмом) управления.

Организационно-технические системы, такие как портфель энергоинфраструктурных проектов, имеют значительно более сложные параметры качества управления, включающие комплекс разнообразных критериев, часто неопределяемых и противоречивых. Таким образом, требова-

ния к качеству регулирования в динамике требуют оптимизации параметров системы управления, что возможно лишь при наличии достаточно точной (формализованной) модели объекта управления. Введение «третьей иерархии», обратной связи по качеству или контура адаптации позволяет спроектировать систему управления, реализующую оптимальное управление в динамике.

Схема адаптивной технологии может быть показана в следующем виде (рис. 3.5). Таким образом, необходимость в адаптивном управлении возникает при отсутствии достаточно точной модели управляемого объекта – портфеля энергоинфраструктурных проектов. Адаптация системы означает приспособление системы к внешним и внутренним условиям [5, 82, 88, 175, 187]. Необходимость в адаптации возникает в условиях неполноты информации [82, 71, 148, 251]. В процессе адаптации знания накапливаются и система совершенствуется. Адаптация состоит в изменении параметров системы, структурных элементов и связей, а также алгоритмов управления с целью обеспечения требуемых значений критериев качества.

Вследствие достаточной сложности портфеля энергоинфраструктурных проектов, при построении адаптивной технологии возникает несколько проблем:

- проблема недостатка априорной информации, когда инвариантная модель портфеля энергоинфраструктурных проектов и адекватная модель системы управления не могут быть построены на основе имеющейся информации;

- проблема невозможности построения аналитической математической модели традиционными средствами (функции, дифференциальные уравнения).

Первая проблема возникает в частности тогда, когда модель портфеля энергоинфраструктурных проектов строится с учетом вероятностного характера переменных, зависи-

мостей, связей и т.п. Это приводит к росту потребности в априорной информации, ввиду необходимости определения распределений переменных для построения стохастических или нечетких моделей.

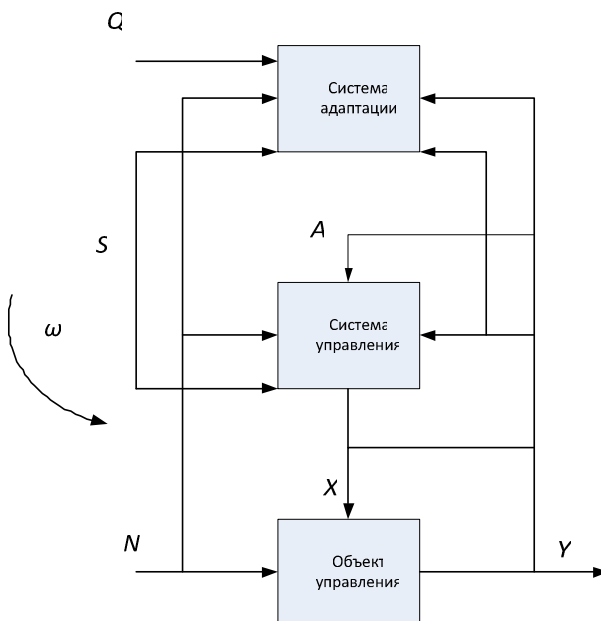


Рисунок 3.5 – Управление с адаптацией или третья иерархия управления:
 S – задание, план управления; X – управляющее воздействие; Y – выход: состояние объекта управления; N – вход: известная информация об объекте управления; ω – возмущение внешней среды; Q – заданный уровень качества управления; A – адаптирующее воздействие

Традиционный способ решения такой проблемы состоит в применении метода «черного ящика».

Моделирование системы, рассматриваемой как «черный ящик» основано на наблюдении параметров входов (N) и выходов (Y), последующим построением зависимостей:

$$y_i = f_i(n_1, n_2, \dots, n_i), \quad n \in N - \text{статистическая модель}, \quad (3.17)$$

$$y_i(T) = F(n_1(T), n_2(T), \dots, n_i(T)),$$

$$\forall T \in T^{\max} = \{T^{St}, T^{Fin}\}, n \in N - \text{динамическая модель}. \quad (3.18)$$

Важно сознавать, что эти зависимости не известны нам изначально, иначе мы имели бы «белый ящик».

Таким образом, по мере формирования и реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов накапливается информация о входах портфеля и уточняется информация о его состоянии (выходах), которая аккумулируется в базе знаний и передается как системе управления, так и системе адаптации (рис. 3.6).

Таким образом, наряду с понятием адаптивной системы существует понятие управления с адаптацией (адаптивное управление – адаптивная технология), т.е. управление в системе с неполной априорной информацией об управляемом объекте, которое изменяется по мере накопления информации и применяется с целью улучшения качества работы системы управления.

Можно сформулировать следующие принципы формирования адаптивных технологий:

1. *Принцип необходимого разнообразия.* Он утверждает, что разнообразие управляющей системы должно быть не меньше разнообразия объекта управления. В отличие от адаптивных, иные («неадаптивные») системы управления должны для поддержания способности управления объектом включать небольшое число объектов. Адаптивные системы подразумевают отсутствие определенного стационарного закона управления для элементов заданного класса. В процессе функционирования системы, чем больше проявляется разнообразие, тем в большей степени должны происходить изменения ее параметров и структуры.

2. *Принцип дуального управления.* Управляющие воздействия носят двойственный характер. С одной стороны, они призваны управлять объектом, с другой – служат для изучения его свойств и закономерностей для последующих управляющих воздействий. То есть структура управляющих

воздействий должна изменяться в соответствии с изменениями параметров объекта управления.

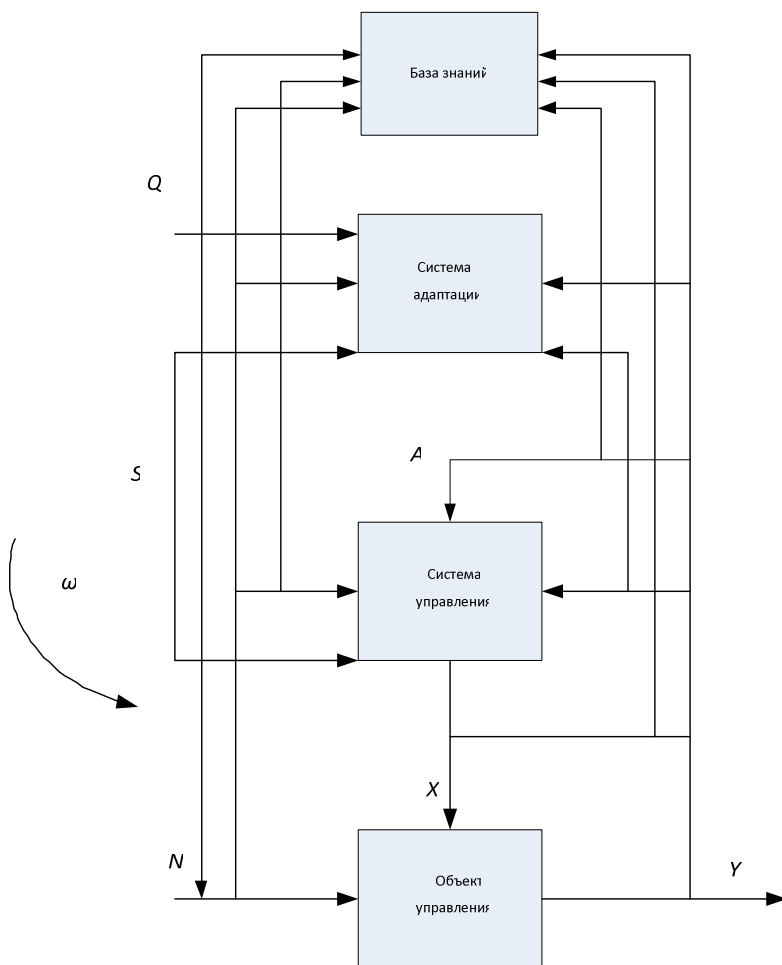


Рисунок 3.6 – Адаптивная технология управления портфелем энергоинфраструктурных проектов

3. Принцип обратной связи. При помощи обратной связи происходит измерение характеристик управляемого объ-

екта и вырабатываются реакции, выражающиеся в управляющих воздействиях.

Особенности организационно-технических систем, к которым относится портфель энергоинфраструктурных проектов, не дают возможности использовать в полной мере схему и методы адаптивного управления, разработанные для технических систем, рассматриваемых в кибернетике.

Организационно-технические системы характеризуются большим набором факторов, значительно усложняющих управление ими:

- трудности при определении начальных координат системы, усугубляющиеся практической невозможностью их точного измерения;
- нерегулярность проявления свойств;
- нерегулярность воздействия внешних факторов;
- трудность четкого определения критерия функционирования;
- определенная вероятность изменения заданной цели движения системы.

Управление в организационно-технических системах не может вестись по усредненным характеристикам, так как не дает надлежащего эффекта: пока оно ведется, изменяются и сама система, и ее окружающая среда. Вследствие этого математическая формализация процесса управления организационно-техническими системами ведет к построению модели, не являющейся в достаточной степени адекватной реальной системе.

Существенное отличие организационно-технических систем от технических обусловлено качественным различием типов их параметров. Параметры в технических системах имеют, как правило, строго определенные физические размерности. Формализация при этом происходит с помощью применения строго определенных физических и математиче-

ских законов. Для организационно-технических систем проведение формализации подобным образом сложно реализуемо вследствие возникающих трудностей определения точного состава элементов, критериев их отбора и взаимосвязей между элементами.

Таким образом, управление процессами в организационно-технических системах связано с необходимостью принятия решений в условиях неопределенности и вероятностной природы параметров процессов.

Трудности формализации организационно-технических систем обосновывают необходимость применения в системах указанного типа адаптивных технологий управления, подразумевающих необходимость изменения структуры и параметров модели управления в соответствии с изменением характеристик объекта управления под воздействием внешних факторов.

Таким образом, вследствие с обоснованной необходимости при управлении организационно-техническими системами учета их нестационарности и эволюционирования во времени использование формальных методов моделирования таких систем минимизируется в связи с их «...большой размерностью, недостаточной априорной информацией, наличием плохо формализуемых факторов, изменчивостью критериев оценки принимаемых решений и т. д.» [175]. Математически формализованные модели управления не дают адекватной картины процесса, не позволяют в полном объеме учитывать возмущения, действующие на организационно-техническую систему в процессе ее функционирования, а также производить компенсации отклонений, возникающих в системе вследствие этих возмущений.

Прежде всего, для формирования системы управления организационно-техническими объектами необходимо определить структуру самого объекта управления, в нашем случае

портфеля энергоинфраструктурных проектов. Так как реально она не известна заранее, необходимо проектировать модели с гибкими структурой и параметрами. То есть, в модели, описывающей портфель, должны изменяться структура и параметры в соответствии с изменениями характеристик объекта при его функционировании. Такая модель, в соответствии с принятыми нами положениями, будет называться адаптивной. Таким образом, *моделью адаптивной технологии дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов* будем называть такую модель, в которой в результате уточнения характеристик внутренних и внешних свойств объекта происходит соответствующее изменение структуры и параметров системы управления и алгоритмов управления в сторону их улучшения для реализации цели управления, т.е. достижения стратегических целей развития энергоинфраструктуры в условиях принятых ограничений.

При этом в каждый момент времени функционирования портфеля энергоинфраструктурных проектов проводится оценка значений его параметров по данным входных и выходных переменных.

Одним из определяющих факторов, обуславливающих применение моделей адаптивных технологий, является нестационарность внешней среды. Невозможность формального описания возмущающих воздействий на портфель энергоинфраструктурных проектов связана со специфической природой отклонений, происходящих в других процессах системы управления энергоинфраструктурой и предприятия в целом, и с вероятностным характером их появления. Адаптивная подстройка формальной модели производится по данным текущей и прогнозируемой информации о входных и выходных переменных портфеля.

Таким образом, алгоритм формирования адаптивной технологии дуального управления портфелем энергоинфра-

структурных проектов имеет вид (рис. 3.7), где S – задание, план управления; X – управляющее воздействие; Y – выход: состояние объекта управления; N – вход: известная информация об объекте управления; ω – влияние окружения; Q – заданный уровень качества управления; Q_t – фактический уровень качества управления; A – адаптирующее воздействие; I_Σ – потенциал системы управления; P_O – параметры объекта управления; M_O – модель объекта управления; D – рассогласование между заданным и фактическим качеством управления ($D = Q - Q_t$); m_A – алгоритм адаптации (закон управления).

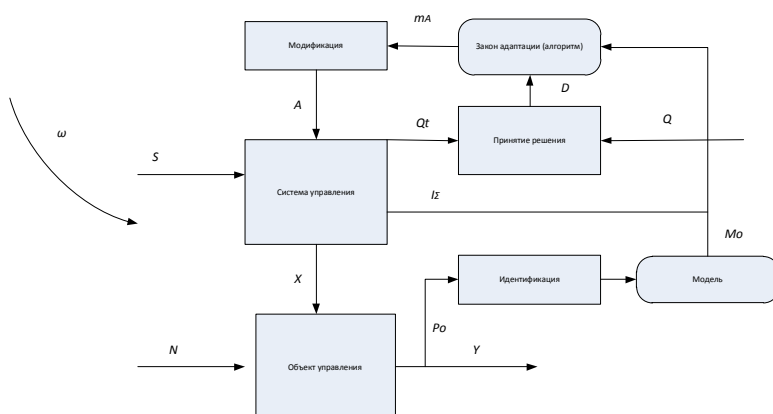


Рисунок 3.7 – Алгоритм формирования адаптивной технологии дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов

Детализируем представленную схему (рис. 3.7) для формализации модели адаптивной технологии дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов. Блок «модель» представляет собой общее описание портфеля энергоинфраструктурных проектов, модель которого представлена в предыдущем разделе данной работы. Блок «закон адаптации» является формализацией адаптированного закона управления, а именно:

$$m_A = \{M_O, I_\Sigma, D\}. \quad (3.19)$$

Алгоритм адаптации активно исследует объект управления, собирает информацию и уточняет модель объекта управления, которая затем используется для уточнения управляющих воздействий системы управления в блоке «модификация».

Таким образом, модель адаптивной технологии дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов имеет вид:

$$AMV = \{N, m_A, A, X, S, Q, \omega\}. \quad (3.20)$$

В целом задача синтеза управления на основе адаптивных технологий решается в четыре этапа:

1. Строится плановая траектория, и определяется управляющее воздействие, реализующее план.
2. Осуществляется мониторинг реализации портфеля по отклонениям от первоначального плана в результате возникновения внешних воздействий.
3. Осуществляется ребалансировка или реоптимизация портфеля.
4. Осуществляется адаптация системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов по отношению к изменениям в объекте управления.

Таким образом, методология дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов на основе адаптивных технологий связывает три адаптивных контура, которые реализуются в границах систем: планирования и формирования, мониторинга, управления изменениями. Это позволяет формировать законы адаптации, при которых внешние воздействия на объект управления не приводят к существенному снижению качества управления и потере управляемости.

Схематично взаимодействие основных компонентов адаптивных технологий в дуальном управлении портфелем

энергоинфраструктурных проектов можно представить следующим образом (рис. 3.8).

В данном случае обозначены две ключевых функции портфельного управления – планирование и формирование, мониторинг, а также базовая функция адаптивных технологий управления – управление изменениями. Первая функция трактуется как формирование объекта управления (портфеля энергоинфраструктурных проектов) и определение оптимальной его траектории на конкретный период времени. Вторая функция (мониторинг) – как выявление дестабилизирующих воздействий случайных возмущений, отклоняющих управляемый объект от оптимальной плановой траектории, а третья функция (изменения) – как нахождение управляющих воздействий, которые направлены на устранение последствий указанных возмущений, что соответственно позволяет накопить методологический потенциал системы управления и способствует ее развитию.

С целью минимизации энтропии объекта управления и повышения его управляемости процесс формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов является масштабным и предусматривает многоэтапность и многокритериальность отбора компонентов и требует отдельного изучения. Управляемый процесс, состоящий из процессов планирования и формирования, мониторинга и управления изменениями, обозначаемый u , является марковским процессом и описывается некоторой характеристикой информации Y . Марковский процесс – это случайный процесс, представляющий собой обобщенное понятие динамической системы, введенное А. Н. Колмогоровым, процесс, который характеризуется тем, что его поведение после момента t зависит только от его значения в этот момент и не зависит от поведения процесса до этого момента [91].

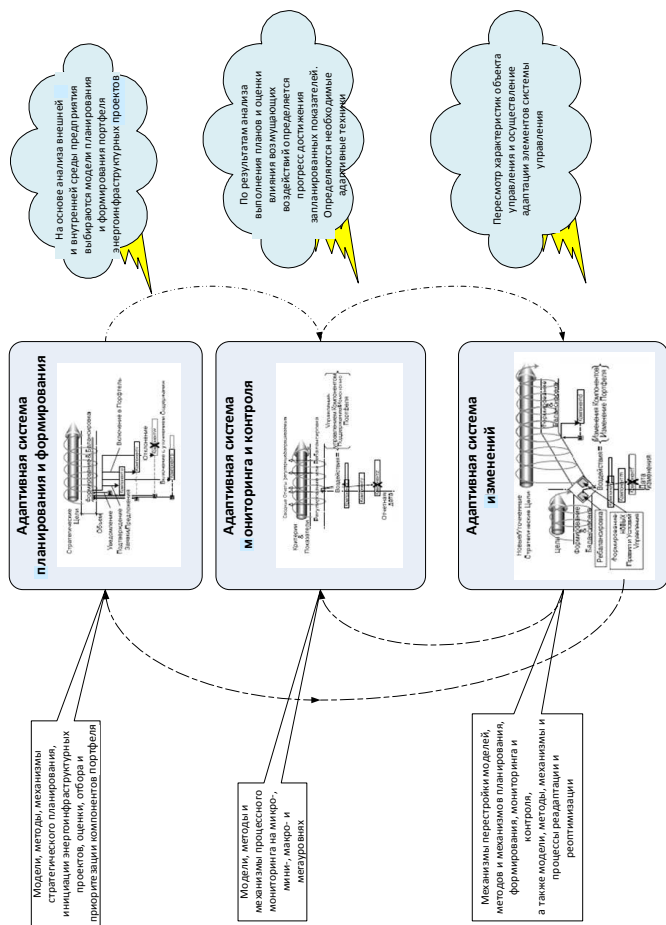


Рисунок 3.8 – Схема взаимодействия основных компонентов адаптивной технологии дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов

В момент t заданы состояние процесса y и состояние информации о процессе Y_t , образующие точку (x_t, Y_t) в некотором фазовом пространстве. Переход в новое состояние происходит под воздействием управления x_t , возмущения ω_t – случайной величины с вероятностным распределением $pY(y_t, Y_t, x_t, \omega_t)$, которое может являться какой-то частью характеристики информации, и может быть определен случайными преобразованиями \sum_1 и \sum_2 :

$$y_{t+1} = \sum_1(y_t, Y_t; x_t, \omega_t), \quad (3.21)$$

$$Y_{t+1} = \sum_2(y_t, Y_t; x_t, \omega_t). \quad (3.22)$$

При этом управление x , изменяя состояние процесса y , влияет на характеристику информации Y .

Если преобразования \sum_1 и \sum_2 заданы, то управление в момент перехода следует выбирать в виде:

$$x_t = x_t(y_t, Y_t). \quad (3.23)$$

Управление, описываемое соотношением (3.23), обладает свойством адаптации в том смысле, что оно зависит от всей доступной в момент t информации Y_t о процессе. Но в большинстве случаев преобразования \sum_1 и \sum_2 не заданы, и определение этих преобразований, как и самой характеристики информации, является частью задачи об управлении с адаптацией. Для того чтобы информация о процессе со временем накапливалась необходимо специально выбирать \sum_2 так, чтобы описание процесса Y_{t+1} было более полным, чем Y_t . Изменения в направлении улучшения характеристик информации составляют сущность адаптации. Если с состоянием y_{t+1} связать некоторый показатель качества управления $Q(x/y_{t+1})$ (например, индекс выполнения стратегической цели), то за счет большей «информативности» управления

вследствие адаптации этот показатель может улучшиться. При этом последовательность преобразований $(\sum_1, \sum_2), t=0,1,2,\dots$ составляет сущность процесса с адаптацией.

Таким образом, общее представление процесса адаптивного управления включает характеристику информации Y и механизм адаптации, определяемый преобразованием \sum_2 .

3.3 Разработка нечеткой лингвистической модели оценки динамичности окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов для определения изменений и формирования адаптивных технологий управления

Портфель энергоинфраструктурных проектов находится под постоянным воздействием изменяющихся внешних возмущений, исходящих со стороны его окружения, характеризующегося на данном этапе нестабильностью и динамичностью. Данный факт является одним из основных факторов сложности управления портфелем и его компонентами.

Детализируем понятие и компоненты окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Окружение портфеля энергоинфраструктурных проектов – это совокупность активных субъектов, условий, факторов, отношений, действующих в окружении портфеля и влияющих на различные процессы и характеристики его деятельности.

Окружение портфеля включает следующие компоненты, которые могут быть как прямого, так и косвенного действия:

1. Подсистемы системы управления развитием энергоинфраструктуры предприятия:

- подсистема стратегического управления;

- подсистема энергоменеджмента;
- подсистема оперативного управления энергопотреблением;

- подсистема инвестиционного управления;

- подсистема финансового управления.

2. Другие подсистемы управления предприятием.

3. Внешняя среда предприятия, которую можно охарактеризовать как всю совокупность факторов, влияющих на деятельность предприятия, а именно: потребители, конкуренты, правительственные учреждения, поставщики, финансовые организации, источники трудовых ресурсов, а также наука, культура, состояние общества и природные явления. Она, в свою очередь, подразделяется на:

- микросреду – среду прямого влияния на предприятие, которую создают поставщики материально-технических и энергетических ресурсов, потребители продукции (услуг) предприятия, торговые и маркетинговые посредники, конкуренты, государственные органы, финансово-кредитные учреждения, страховые компании и другие контактные аудитории;

- макросреду, влияющую на предприятие и его микросреду. Она включает природную, демографическую, научно-техническую, экономическую, экологическую, политическую и международную среду.

Таким образом, к факторам окружения портфеля относят:

- технологические (уровень существующих технологий, наличие новых, возможность использования иностранных разработок – лицензии, ноу-хау);

- ресурсообеспеченность (наличие отечественных источников, доступ, количество поставщиков и др.);

- экономические (инфляция, налоги, курсы валют, уровни цен на аналогичную продукцию или услуги и т.п.);

- ограничения государственного сектора (законодательство, лицензирование, контроль, экспертиза);
- социальные (уровень безработицы, традиции, вкусы, возраст);
- политические (внешняя, внутренняя, инвестиционная и другая политика);
- экологические (уровень загрязнения, мероприятия по его предотвращению и снижению, предельно допустимые уровни загрязнения, санкции за их несоблюдение и т.п.);
- конкуренты (количество, сильные и слабые стороны, потенциал, применяемые стратегии конкурентной борьбы и др.).

Каждый из представленных факторов и их подвиды могут оказывать на систему управления портфелем и сам портфель энергоинфраструктурных проектов возбуждающие действия как положительного, так и отрицательного характера, тем самым провоцировать изменения, которые реализуются посредством адаптивных технологий.

Окружение портфеля энергоинфраструктурных проектов характеризуется динамичностью по следующим причинам:

- некоторые элементы портфеля и его компонентов в процессе реализации могут менять свое местоположение, переходя из состава портфеля во внешнюю среду;
- ряд элементов портфеля могут использоваться и в его составе, и в составе внешней среды (некоторые специалисты, технологии, лицензии и т.п.);
- некоторые элементы внешней среды могут переходить в состав портфеля и обратно (государство при финансировании целевых компонентов портфеля по повышению уровня энергобезопасности из государственного бюджета).

В связи с этим для построения необходимого управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, гаранти-

рующего достижение стратегических целей развития энергоинфраструктуры предприятия целесообразно осуществить анализ параметров динамичности окружения портфеля, позволяющий оценить уровень его динамичности в условиях неопределенности и выработать на этой основе адаптивные технологии управления.

С этой целью разработан метод оценки динамичности окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов на основе нечетких лингвистических моделей.

Согласно И. Ансофу уровень динамичности определяется темпом внешних и внутренних изменений, величиной изменений и их предсказуемостью [10]. В соответствии с привычностью событий, темпом изменений и предсказуемостью будущего И. Ансофом предложена пятиуровневая шкала стохастичности среды (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Уровни динамичности

Характеристика	Оценка	1	2	3	4	5
Стабильность	1	*				
Реактивность	2		*			
Предвидение	3			*		
Исследование	4				*	
Творчество	5					*

П. Дракер ввел трехуровневую шкалу динамичности, в соответствии с которой выделяется стабильное, турбулентное и гипертурбулентное окружение [88, 110, 276]. Стабильное окружение характеризуется устойчивыми и относительно медленно и прогнозируемо изменяющимися процессами. Турбулентное окружение уже неустойчиво настолько, что управление объектом требует интенсивного анализа внешнего и внутреннего окружения, извлечения информации, поиска возможностей. Гипертурбулентное окружение представляет наибольшие сложности для управления, так как окружение

настолько неустойчиво, что невозможно предсказать даже тенденции (табл. 3.2).

Таблица 3.2 – Уровни динамичности окружения по П. Дракеру

Характеристика	Описание
Стабильная	Относительно медленно и предсказуемо меняющаяся среда, без сильных возмущений. Можно довольно точно предсказать развитие событий. Возможна экстраполяция
Турбулентная	Довольно быстро и плохо предсказуемо меняющаяся среда с периодически возникающими сильными возмущениями. Можно предсказать только общие закономерности и тенденции. Количественные методы прогнозирования практически не работают
Гипертурбулентная	Очень быстро и абсолютно непредсказуемо меняющаяся среда с возмущениями, близкими к катастрофическим. Невозможно ничего предсказать

С целью разработки модели динамичности окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов проведем анализ с точки зрения информационной теории.

Согласно математической теории передачи информации Шеннона количество информации обратно пропорционально ее вероятности [31, 114]. То есть, предсказуемые события (возмущения) несут мало информации и, следовательно, практически не влияют на уровень динамичности. В то же время практически невероятные возмущения несут очень большую информацию и, таким образом, определяют уровень динамичности окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Проанализировав множество возможных возмущений, их силу, вероятность появления и общий темп изменений,

можно оценить динамичность окружения портфеля по формуле

$$N = 1 / N_l \cdot \sum D_i \cdot T_i \cdot (1 - P_i), i = 1 \dots N_l, \quad (3.24)$$

где N – динамичность;

N_l – множество возможных возмущений;

D_i – глубина, величина изменений;

T_i – темп и скорость изменений;

P_i – вероятность, предсказуемость изменений.

Для оценки динамичности окружения можно применить меру, построенную на основе энтропийной меры Шеннона:

$$N = -1 / N_l \cdot \sum D_i \cdot T_i \cdot \log P_i, i = 1 \dots N_l. \quad (3.25)$$

Для разработки адаптивных технологий дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов необходимо принять шкалу динамичности и определяющих ее параметров: темпа изменений (T), уровня изменений (D) и вероятности изменений (P). Пусть темп изменений, уровень изменений и предсказуемость изменений оцениваются по 9-ти бальной шкале (табл. 3.3).

Таблица 3.3 – Темп и скорость изменений

Т	Характеристика (ГТ)	Балл (ТВ)
T1	Очень медленный	1
T2	Медленный	3
T3	Средний	5
T4	Быстрый	7
T5	Очень быстрый	9

Очень медленный темп изменений соответствует случаю, когда изменения столь редки, что система управления портфелем энергоинфраструктурных проектов и сам объект управления успевают адаптироваться значительно раньше, чем возникает новое возмущение. Быстрый темп изменений соответствует случаю, когда реакция системы и объекта управления сравнима с темпом изменений.

Динамичность окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов, очевидно, зависит от уровня или глубины изменений. Незначительные изменения, даже происходящие в высоком темпе, не так угрожают портфелю энергоинфраструктурных проектов, как не так часто происходящие, но очень сильные структурные изменения. Угрожающие и катастрофические изменения соответствуют случаю, когда изменения так значительны, что система управления не в состоянии с ними справиться (табл. 3.4).

Таблица 3.4 – Уровень или глубина изменений

D	Характеристика (D T)	Балл (D B)
D 1	Незначительные	1
D 2	Ощутимые	3
D 3	Средней силы	5
D 4	Угрожающие	7
D 5	Катастрофические	9

Чем меньше предсказуемость возмущений, тем сильнее динамичность. Маловероятные и практически невероятные возмущения несут столько новой информации, что возможности системы управления в переработке информации могут быть превышены (табл. 3.5).

Таблица 3.5 – Предсказуемость или вероятность изменений

P	Характеристика (PT)	PP	Балл (PB)
P1	Очень вероятные	0,8 – 1,0	1
P2	Вероятные	0,6 – 0,8	3
P3	Возможные	0,4 – 0,6	5
P4	Маловероятные	0,2 – 0,4	7
P5	Практически невероятные	0 – 0,2	9

Введем собственную лингвистическую шкалу динамичности, ввиду того, что шкала, предложенная И. Ансофом, направлена больше на форму реакции объекта, а шкала П. Дракера недостаточно детализирована (табл. 3.6) [6].

Таблица 3.6 – Шкала динамичности окружения портфеля
энергоинфраструктурных проектов

N	Характеристика (NT)	NB	По И. Ансофу	По П. Дракеру
N1	Стабильная	1	Стабильность	Стабильная
N2	Довольно динамичная	3	Реактивность	Турбулентная
N3	Динамичная	5	Предвидение	
N4	Очень динамичная	7	Исследование	
N5	Гипердинамичная	9	Творчество	Гипертурбулентная

В этом случае, оценку динамичности можно проводить простым отображением лингвистической шкалы в баллах и оценкой по мультипликативной формуле с нормированием.

$$N = T \cdot D \cdot (9 - P) / 9^3. \quad (3.26)$$

Лингвистический терм динамичности будем находить путем поиска наиболее близкого балла на шкале.

$$NT_i : |NB_i - N| \rightarrow \min(i). \quad (3.27)$$

Эта схема очень проста, но не учитывает неопределенность и нечеткость входной информации. Под неопределенностью в данном контексте понимается степень уверенности в полученном значении оценки. Даже в случае простой индивидуальной экспертизы эксперт может быть в разной степени уверен в оценках.

Неопределенность изменяется от полного незнания – когда ни одна из оценок не превысит определенный минимальный уровень уверенности, до полной определенности когда одна оценка имеет максимальную уверенность, а остальные – нулевую [144, 164].

Степень неопределенности оценок можно оценить по простой формуле, основанной на отклонении от максимального уровня определенности:

$$NT_i : EN = (1 - m(B_i)). \quad (3.28)$$

Нечеткость оценок может быть определена через степень доминирования одной из них по сравнению с другими. Нечеткость можно определить по формуле, основанной на оценке отклонений от среднего уровня уверенности в оценке

$$NT_i : EF = 1/n \sum (m(B_i) - ms), i = 1...n. \quad (3.29)$$

Рассмотрим метод оценки неопределенности окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов, основанный на нечетких переменных.

Нечеткая переменная задается «тройкой»

$$\langle N, U, m \rangle, \quad (3.30)$$

где N – наименование переменной;

U – универсальное множество (область определения);

m – функция принадлежности.

Под функцией принадлежности нечеткого множества понимается функция вида

$$m : U \rightarrow [0, 1], \quad (3.31)$$

которая показывает степень определенности в принадлежности элементов множества U множеству N [144, 164]. Функцию принадлежности можно задать графически, таблицей или формулой. Воспользуемся форматом нечеткого числа, предложенным Заде:

$$A \in F : A = m_1 / A_1 + m_2 / A_2 + m_3 / A_3 + \dots, m_n / A_n. \quad (3.32)$$

В этом случае нечеткое множество задается математически символьной строкой, в которой элементам нечеткого множества из A предшествуют значения их принадлежности $m \in [0, 1]$. Нечеткое множество может быть представлено графически в виде следующего профиля (рис. 3.9):

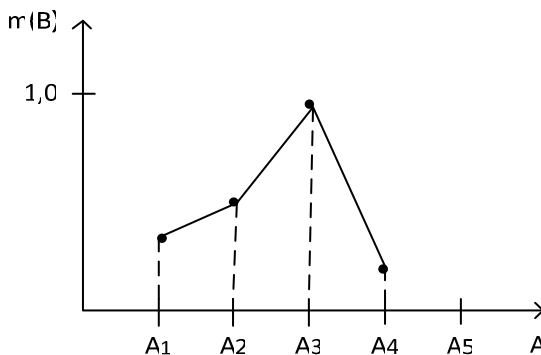


Рисунок 3.9 – Функция принадлежности нечеткого множества

Для оценки динамичности окружения портфеля с учетом неопределенности и нечеткости входной информации, воспользуемся операцией нечеткого произведения.

$$A, B \in F : \mu_{AB}(u) = \bigcup_{AB} \mu_A(u) \cap \mu_B(u). \quad (3.33)$$

Так, если нечеткие оценки темпа изменений, уровня изменений и предсказуемости изменений заданы в виде нечетких чисел

$$T = 0,1/1 + 0,2/3 + 0,9/5 + 0,2/7; \quad (3.34)$$

$$D = 0,2/3 + 0,9/5 + 0,1/7; \quad (3.35)$$

$$P = 0,1/5 + 0,9/7 + 0,1/9, \quad (3.36)$$

то нечеткая оценка динамичности определяется по обычной формуле, с учетом нечетких вариантов алгебраических операций:

$$T, D, P, N \in F : N = T \cdot D \cdot (9 - P)9^3. \quad (3.37)$$

Динамичность увеличивается с ростом непредсказуемости возмущений. Функция принадлежности непредсказуемости возмущения соответствует дополнению функции принадлежности вероятности возмущения

$$\mu_{(1-P)}(u) = 1 - \mu_P(u); \quad (3.38)$$

$$(1 - P) = 1,0/1 + 1,0/3 + 0,9/5 + 0,1/7 + 0,9/9 ; \quad (3.39)$$

$$N = 0,2/1,5 + 0,9/2 + 0,1/2,8 . \quad (3.40)$$

Таким образом, получаем оценку динамичности в 2 балла со степенью определенности 0,9.

Для нечеткой лингвистической оценки необходимо воспользоваться нечеткими лингвистическими переменными.

Лингвистическая переменная может быть задана «пяти-термой» [144, 164]

$$\langle N, T, U, G, S \rangle , \quad (3.41)$$

где N – наименование лингвистической переменной;

T – терм-множество, представляющее собой множество лингвистических термов, определенных на универсальном множестве U ;

G – синтаксическая процедура, позволяющая генерировать новые термы;

S – семантическая процедура, позволяющая превратить каждое новое значение лингвистической переменной, образуемое процедурой G , в нечеткую переменную, т.е. сформировать соответствующее нечеткое множество.

Терм-множество зададим в соответствии с принятой шкалой неопределенности:

$$T^N = \{T_1^N, T_2^N, T_3^N, T_4^N, T_5^N\}. \quad (3.42)$$

$T = \{ \text{Стабильная, Довольно динамичная,}$

$\text{Динамичная, Очень динамичная, Гипердинамичная} \}$

Зададим функции принадлежности термов динамичности

$$m_{T_1^N}(B) = 1,0/1 + 0,5/2 + 0,1/3 ; \quad (3.43)$$

$$m_{T_2^N}(B) = 0,1/1 + 0,5/2 + 1,0/3 + 0,5/4 + 0,1/5 ; \quad (3.44)$$

$$m_{T_3^N}(B) = 0,1/3 + 0,5/4 + 1,0/5 + 0,5/6 + 0,1/7 ; \quad (3.45)$$

$$m_{T_4^N}(B) = 0,1/5 + 0,5/6 + 1,0/7 + 0,5/8 + 0,1/9; \quad (3.46)$$

$$m_{T_5^N}(B) = 0,1/7 + 0,5/8 + 1,0/9. \quad (3.47)$$

Функции принадлежности термов из терм-множеств могут быть заданы графически (рис. 3.10).

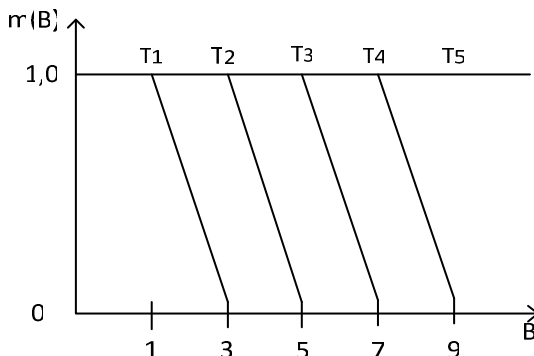


Рисунок 3.10 – Функции принадлежности лингвистических термов и терм-множеств

Пусть заданы терм-множества темпа, уровня и предсказуемости изменений:

$$T^T = \{T_1^T, T_2^T, T_3^T, T_4^T, T_5^T\}. \quad (3.48)$$

$T_T = \{\text{Очень медленный, Медленный, Средний, Быстрый, Очень быстрый}\}.$

$$T^D = \{T_1^D, T_2^D, T_3^D, T_4^D, T_5^D\}. \quad (3.49)$$

$T_D = \{\text{Незначительные, Ощутимые, Средней силы, Угрожающие, Катастрофические}\}.$

$$T^P = \{T_1^P, T_2^P, T_3^P, T_4^P, T_5^P\}. \quad (3.50)$$

$T_P = \{\text{Очень вероятные, Вероятные, Возможные, Маловероятные, Практически невероятные}\}.$

В связи с тем, что темп изменений (T), глубина изменений (D), предсказуемость (P) и динамичность (N) заданы на одинаковой 9-тибалльной шкале и имеют 5 уровней, для про-

стоты примем, что функции принадлежности термов параметров динамичности аналогичны термам динамичности. В общем случае функции принадлежности терм-множеств должны быть обоснованы одним из методов получения функций принадлежности [144, 164].

После того как нечеткие терм-множества заданы, необходимо формализовать нечеткое отношение, которое свяжет параметры динамичности с оценкой динамичности.

Воспользуемся нечетким отношением, заданным в виде нечетких арифметических операций.

Процесс нечеткой лингвистической оценки динамичности окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов представлен на рисунке 3.11.

Нечеткая лингвистическая модель позволяет учесть нечеткость лингвистических оценок. В этом случае параметры динамичности окружения задаются нечеткими функциями принадлежности, заданными на соответствующих терм-множествах.

$$m_T(T_T) = 0,2/T_3^T + 0,9/T_4^T + 0,1/T_5^T = 0,2/ \text{Средний} + 0,9/ \text{Быстрый} + 0,1/ \text{Очень быстрый}; \quad (3.51)$$

$$m_D(T_D) = 0,1/T_3^D + 0,8/T_4^D + 0,2/T_5^D = 0,1/ \text{Средней силы} + 0,8/ \text{Угрожающие} + 0,2/ \text{Катастрофические}; \quad (3.52)$$

$$m_P(T_P) = 0,4/T_3^P + 0,9/T_4^P + 0,2/T_5^P = 0,4/ \text{Возможные} + 0,9/ \text{Мало вероятные} + 0,2/ \text{Практически невероятные}. \quad (3.53)$$

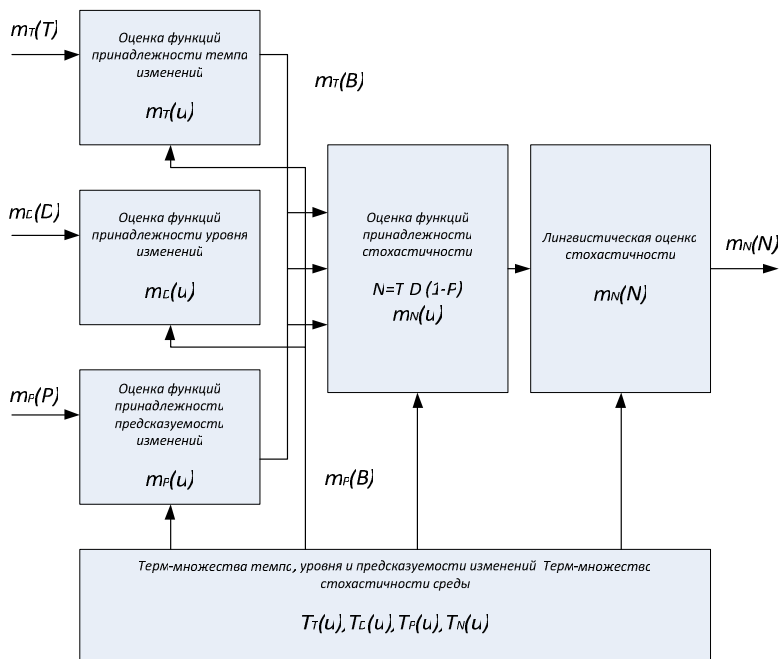


Рисунок 3.11 – Процесс нечеткой лингвистической оценки динамичности окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов

Для расчета динамичности функции принадлежности должны быть приведены к общему универсальному множеству, в качестве которого выступает принятая 9-тибалльная шкала:

$$m_T(B) = (0,2 \wedge m_{T_3}(B)) \wedge (0,9 \wedge m_{T_4}(B)) \wedge (0,1 \wedge m_{T_5}(B)); \quad (3.54)$$

$$m_D(B) = (0,1 \wedge m_{D_3}(B)) \wedge (0,8 \wedge m_{D_4}(B)) \wedge (0,2 \wedge m_{D_5}(B)); \quad (3.55)$$

$$m_P(B) = (0,4 \wedge m_{P_3}(B)) \wedge (0,9 \wedge m_{P_4}(B)) \wedge (0,2 \wedge m_{P_5}(B)). \quad (3.56)$$

Результаты расчетов

$$m_T(B) = 0,1/3 + 0,2/4 + 0,2/5 + 0,5/6 + 0,9/7 + 0,5/8 + 0,1/9; \quad (3.57)$$

$$m_D(B) = 0,1/3 + 0,1/4 + 0,1/5 + 0,5/6 + 0,8/7 + 0,5/8 + 0,2/9; \quad (3.58)$$

$$m_P(B) = 0,1/5 + 0,5/6 + 0,9/7 + 0,5/8 + 0,1/9. \quad (3.59)$$

Следующим этапом является оценка функции принадлежности динамичности по функциям принадлежности ее параметров.

Воспользуемся нечеткими операциями произведения и дополнения [144, 164]:

$$N, T, D, P \in F : N = 1/81 \cdot T \cdot D \cdot P ; \quad (3.60)$$

$$m_N(B) = \vee (\vee m_T(B) \wedge m_D(B)) \wedge m_P(B). \quad (3.61)$$

Получаем

$$m_N(B) = 0,1/2 + 0,2/3 + 0,8/4 + 0,5/5 + 0,1/6. \quad (3.62)$$

Последним этапом процедуры является переход к термам из терм-множества динамичности окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов. Преобразование может быть выполнено несколькими способами.

Функции принадлежности показаны на рисунке 3.12.

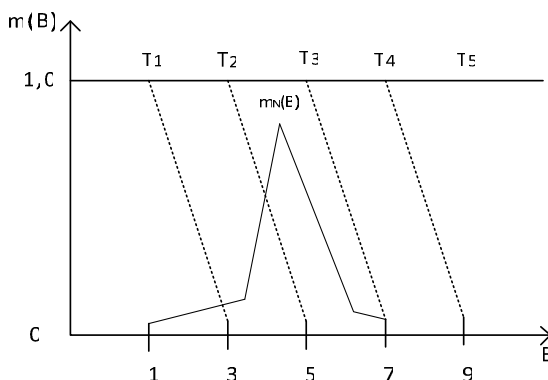


Рисунок 3.12 – Функции принадлежности лингвистических термов из терм-множества

В первом случае можно воспользоваться пересечением функций принадлежности термов из терм-множества динамичности и вычисленной по параметрам динамичности функции принадлежности динамичности:

$$m_N(T_N) = m_{T_N}(B) \cap m_N(B) = \min \{m_{T_N}(B), m_N(B)\}, i = 1 \dots 5; \quad (3.63)$$

$$m_N(T_N) = 0,1/T_1 + 0,5/T_2 + 0,7/T_3 + 0,3/T_4 ; \quad (3.64)$$

$$m_N(T_N) = 0,1/ \text{Стабильная} + 0,5/ \text{Довольно динамичная} + \\ + 0,7/ \text{Динамичная} + 0,3/ \text{Очень динамичная} . \quad (3.65)$$

Можно предложить и другой способ преобразования, заключающийся в интегрировании функций принадлежности и принятия решений на основе отношений пересекающихся площадей:

$$\forall B, m_{T_N}(B) > 0 : m_N(T_N) = \frac{\sum B \cdot m_{T_N}(B)}{\sum B \cdot m_N(B)}, i = 1...5 ; \quad (3.66)$$

$$m_N(T_N) = 0,1/T_1 + 0,4/T_2 + 0,6/T_3 + 0,1/T_4 ; \quad (3.67)$$

$$m_N(T_N) = 0,1/ \text{Стабильная} + 0,4/ \text{Довольно динамичная} + \\ + 0,6/ \text{Динамичная} + 0,1/ \text{Очень динамичная} . \quad (3.68)$$

Нечеткая лингвистическая оценка, полученная вторым способом приблизительно соответствует первой.

По результатам оценки динамичности окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов можно проектировать адаптивные технологии, т.е. определять масштаб требуемых изменений. В целом адаптация как процесс приспособления системы управления к специфическим свойствам объекта управления, изменяющимся в результате влияния окружения, имеет несколько иерархических уровней, а именно:

1. Параметрическая адаптация связана с коррекцией, подстройкой параметров модели портфеля энергоинфраструктурных проектов. Здесь возможны два варианта: первый – корректировка целевой функции в модели портфеля и ограничений; второй – корректировка состава критериев инициации, идентификации и отбора компонентов портфеля.

Необходимость в такой адаптации возникает ввиду дрейфа характеристик управляемого объекта. Адаптация по-

звolyет подстраивать модель на каждом шаге управления, причем исходной информацией для нее является незначительное рассогласование по уровням достоверности λ_S , λ_{TRes} , λ_R , λ_{St} , γ для ограничений на бюджет, персонал, ресурсы, стратегии и для целевой функции в любой момент финансовой активности портфеля. Устранение данного рассогласования и реализуется процессом адаптации.

2. Структурная адаптация. В процессе эволюции портфеля энергоинфраструктурных проектов может потребоваться адаптация его структуры, заключающаяся в изменении последовательности реализации компонентов, т.е. ребалансировка. Исходной информацией для данного вида адаптации является:

➤ либо обнаружение в определенный момент финансовой активности портфеля факта, что реализация какого-либо компонента или группы компонентов не принесла ожидаемого результата по достижению какой-нибудь стратегической цели. Эта информация формируется по результатам расчетов индексов выполнения стратегических целей в процессе реализации портфеля;

➤ либо выявление факта превышения бюджетных и ресурсных ограничений.

3. Адаптация объекта. Если структурная адаптация модели не позволяет повысить эффективность функционирования, то следует адаптировать объект управления. Эта адаптация связана с изменением объекта, т.е. пересмотром состава портфеля энергоинфраструктурных проектов – его реоптимизацией. В результате этого возможно сокращение объемов портфеля за счет изъятия из его состава некоторых компонентов и/или расширение состава компонентов за счет внедрения новых необходимых энергоинфраструктурных проектов.

Решение о применении такого вида адаптации основывается на следующих фактах:

- в какой-либо момент жизненного цикла портфеля установлен факт нереализации какой-то стратегической цели;
- установлен факт отсутствия динамики нарастания значений показателей ценности портфеля в соответствии с запланированным трендом.

4. Адаптация целей управления реализуется в случае формирования нового множества целей, достижение которых обеспечивается созданием нового портфеля энергоинфраструктурных проектов. По сути адаптация данного вида приводит к закрытию созданного портфеля энергоинфраструктурных проектов и инициации нового.

В таблице 3.7 представлены виды адаптивных технологий управления изменениями с указанием инициирующих адаптацию факторов, соответствующие определенному состоянию динамичности внешнего окружения и включающие перечень возможно необходимых изменений.

Таблица 3.7 – Виды адаптивных технологий, соответствующие определенному состоянию окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов

Характеристика динамичности окружения	Проявление динамичности	Возможные виды адаптации	Изменения
1	2	3	4
Стабильная	Отсутствуют	Адаптация не требуется	Отсутствуют
	Незначительное рассогласование по уровням достоверности $\lambda_S, \lambda_{TRC}, \lambda_R, \lambda_{Si}, \gamma$ для ограничений на бюджет, персонал, ресурсы, стратегии и для целевой функции в любой момент финансовой активности портфеля	Незначительная параметрическая	- Изменение до приемлемых показателей значений уровней достоверности целевой функции и ограничений. - Изменение значений в моделях компонентов портфеля

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4
Довольно динамичная	Некритичное изменение требований к получаемым результатам по портфелю. Частичное изменение актуальности планируемых к получению целевых результатов	Параметрическая	- Корректировка моделей компонентов портфеля (изъятие или внедрение дополнительных характеристик энергoinфраструктурных проектов). - Корректировка состава критериев инициации, идентификации и отбора компонентов портфеля
Динамичная	Выявление факта превышения бюджетных и ресурсных ограничений. Изменение ограничений на бюджет, персонал, ресурсы, стратегии и для целевой функции в любой момент финансовой активности портфеля	Структурная (может содержать отдельные элементы параметрической)	Ребалансировка портфеля энергoinфраструктурных проектов
Очень динамичная	Обнаружение факта, что реализация какого-либо компонента или группы компонентов не принесла ожидаемого результата по достижению какой-либо стратегической цели и/или, отсутствия динамики реализации ценности портфеля по установленным показателям. Кардинальное изменение приоритетов предприятия, актуальности планируемых к получению целевых результатов	Адаптация объекта (может содержать отдельные элементы параметрической и структурной)	Реоптимизация портфеля энергoinфраструктурных проектов (также могут осуществляться отдельные изменения в рамках параметрической и структурной адаптации)
Гипердинамичная	Изменение стратегических целей	Адаптация целей управления	Закрытие действующего портфеля энергoinфраструктурных проектов и инициация нового

Необходимо отметить, что в реальных условиях каждый из представленных видов адаптивных технологий будет включать элементы других адаптивных алгоритмов. В некотором роде снижению изменчивости как системы управления, так и портфеля энергоинфраструктурных проектов способствуют механизмы управления проектными и портфельными рисками.

Хотя существующие модели и методы риск-менеджмента не позволяют досконально спрогнозировать и гарантированно избежать влияния факторов внешней среды предприятия, в то же время они вполне успешно справляются с управлением рисковыми событиями (негативными или позитивными влияниями) со стороны системы управления развитием энергоинфраструктуры предприятия и других подсистем управления предприятием, что значительно облегчает адаптивные алгоритмы.

Таким образом, *методология дуального управления* портфелями энергоинфраструктурных проектов на основе адаптивных технологий позволяет формировать законы адаптации, при которых внешние воздействия на объект управления не приводят к существенному снижению качества управления и потере управляемости.

РАЗДЕЛ 4

ПРОЦЕССНАЯ МОДЕЛЬ ДУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Применение дуального подхода к управлению портфелем энергоинфраструктурных проектов предполагает как расширение содержания существующей процессной модели портфельного управления, так и разработку совершенно новых процессов.

В данном исследовании за основу была взята процессная модель PMI в редакции «The Standard for Portfolio Management», кратко будем называть ее «Модель PMI». Выбор этой модели в качестве базиса обусловлен следующими факторами:

- широкой распространенностью различных стандартов и рекомендаций PMI в сфере проектного управления, что позволяет говорить о распространенности различных моделей управления, предложенных PMI;

- применяемыми процессными подходами при формировании модели PMI, что позволяет провести практически «поэлементный» анализ;

- другие стандарты и рекомендации, в частности Европейский ISB-IPMA [279], или Российский НТК [69], или иные национальные стандарты [284, 288] либо не столь детально проработаны в части реализации системы управления портфелем, либо не имеют характера «прямого действия».

Согласно Модели PMI выделяют следующие процессные группы:

1. Выбор процесса стратегического планирования.
2. Группу процессов выравнивания.
3. Группу процессов мониторинга и управления.

4. Процессы компонентов портфеля.

В процессе разработки модели будем придерживаться аналогичных принципов группировки, т.е. соответствия основным задачам, решаемым в рамках каждой группы:

- формирование согласованного со стратегией развития энергоинфраструктуры предприятия портфеля, его балансировка и оптимизация – в рамках группы процессов «Планирование и формирование»;

- мониторинг компонентов и портфеля энергоинфраструктурных проектов в целом, а также формирование сводных отчетов по портфелю и необходимых оперативных регулирующих воздействий – в рамках группы процессов «Мониторинг и контроль».

Также предлагается дополнительно ввести группу процессов, которая собственно, и несет в себе смысловую нагрузку принципа дуальности управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, – процессы «Изменения и развития».

Для систематизации, оценивания и формирования общей картины процессной модели дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов рассмотрим классификацию по двум основаниям:

1. По основным группам процессов управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, в рамках которых они выполняются.

2. По смысловому назначению, определяемому исходя из общей логики и характера деятельности по поддержке процессов принятия решений. В качестве классификационного базиса будем использовать этапность процесса поддержки принятия решения, выделяя следующие этапы:

- сбор информации – первичный, или основной сбор информации;

- анализ – информационная аналитика;

- синтез – формирование новой информации или управленческих решений;
- оформление материалов – технологическое оформление предложений или решений;
- оформление решений – придание легитимного статуса принятым решениям.

В целом процессную модель дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов можно представить в виде матрицы, где по горизонтали приведена группировка по основным процессам управления портфелем, а по вертикали – по их смысловому назначению (рис. 4.1).

Альтернативным цветом по вертикали выделены новые, предлагаемые группы процессов, отражающие принципы дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов и реализующие адаптивные технологии. Отдельно выделены подпроцессы, формирующие сквозной процесс реоптимизации портфеля, при этом менее ярким тоном выделены предшествующие ему процессы.

Детализируем предлагаемые процессы дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов.

4.1 Моделирование процессов адаптивной системы планирования и формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов

Адаптивная система планирования и формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов включает процессы, которые запускаются по необходимости для отбора компонентов портфеля энергоинфраструктурных проектов, а также для установления того, как они будут располагаться во временных параметрах с точки зрения соответствия модели портфеля и ограничениям. В данную группу входят следующие процессы.

<div> </div>		Сбор информации	Анализ	Синтез	Оформление материалов	Оформление решений
	Оформление отчетности		1. Определить формат представления и получателей отчетов		2. Оформить отчетный материал	3. Представить отчет и обзоры
	Оформление договоров					
	Выполнение обязательств					
	Поддержка исполнения					
	Управление					
	Бюджетирование					
	Ранжирование					
	Отбор					
	Оценки					
	Классификация					
	Идентификация					
	Сверка данных системы управления					

Рисунок 4.1 – Матричная процессная модель дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов

1. Идентифицирование

Цель данного процесса – по результатам оценки состояния энергоинфраструктуры предприятия сформировать список проектных инициатив для последующего оценивания, сравнения и отбора.

Логика данного процесса представлена на рисунке 4.2.

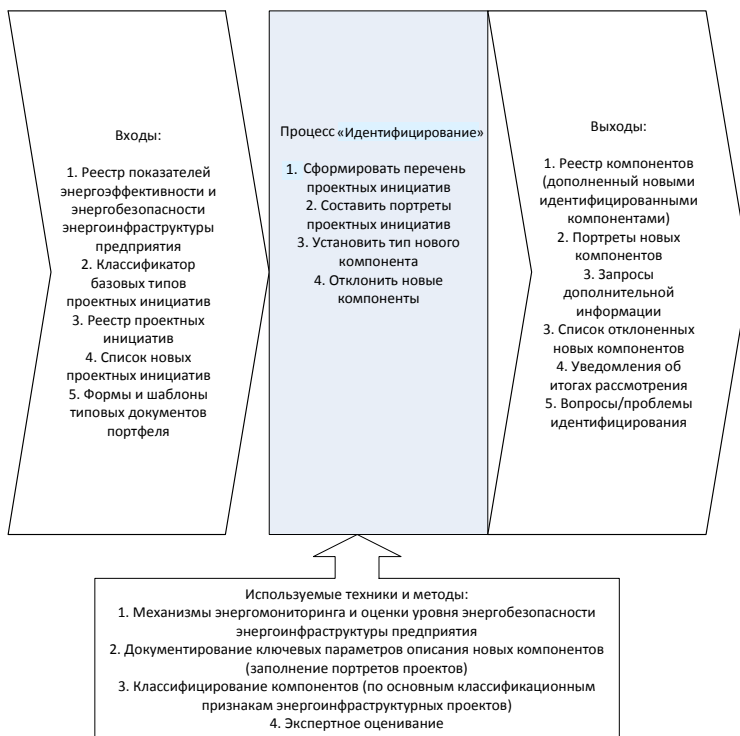


Рисунок. 4.2 – Обобщенное описание процесса идентифицирования

Состав и обобщенное содержание подпроцессов, необходимых для реализации процесса идентифицирования, представлены в таблице 4.1.

Первый подпроцесс «Оценка эффективности функционирования энергоинфраструктуры предприятия» также еще может называться «Инициирование», его детализация будет

представлена в последующих разделах данного исследования.

Таблица 4.1 – Состав и обобщенное содержание подпроцессов, необходимых для реализации идентифицирования

Подпроцессы	Краткое описание
Оценка эффективности функционирования энергоинфраструктуры предприятия	По показателям энергоэффективности и энергобезопасности определяется фактическое состояние энергоинфраструктуры предприятия, выявляются узкие места по конкретным направлениям, причины их возникновения и предлагается способ решения проблем в виде проектного предложения.
Установление типа нового компонента	Отнесение нового компонента к одному из базовых типов (согласно общей классификации энергоинфраструктурных проектов), определяющих последующую логику принятия решений
Формирование и проверка формы описания	Для каждого проектного предложения формируется портрет
Отклонение новых компонентов	Не прошедшие идентифицирование новые компоненты исключаются из дальнейшего рассмотрения

После формирования предварительного списка проектных решений осуществляется их типизация. Тип компонента является одним из важнейших классификационных признаков, позволяющих установить структурные взаимосвязи между компонентами и выбрать соответствующие принципы и методы управления. Поэтому важно с самого начала рассмотрения проектной инициативы отнести ее к конкретному типу для применения впоследствии соответствующих подходов при анализе и отборе. Установление базового типа компонента осуществляется экспертным путем в зависимости от классификационной принадлежности.

Далее по каждому проектному предложению формируются портреты и определяются (прогнозируются) характеристики $Pr = \langle T, I, D \rangle$.

По результатам классификации на основании выявления дублирующих эффектов от нескольких проектных предложений, направленных на решение одной и той же проблемной позиции в деятельности энергоинфраструктуры предприятия, некоторые из них могут исключаться из списка потенциальных компонентов портфеля, но возможен и вариант, когда все проектные предложения будут подлежать дальнейшему рассмотрению.

В ходе реализации процесса идентифицирования могут возникать различные вопросы и проблемы, например:

- по форме и содержанию представляемой информации;
- по отнесению нового компонента к конкретному базовому типу;
- по формированию характеристик (портрета).

Все вопросы и проблемы, возникающие в ходе реализации процесса идентифицирования, фиксируются и направляются для соответствующего рассмотрения в процесс «Рассмотрение вопросов/проблем» группы процессов «Изменение и развитие».

II. Классифицирование

Цель данного процесса – распределить идентифицированные компоненты по соответствующим группам согласно целевым задачам.

Группирование компонентов позволяет:

- вне зависимости от предметной специфики применять к компонентам общие принципы, методы и критерии для оценивания, выбора и установления приоритетов;
- гарантировать, что компоненты отобраны и управляются в рамках установленного набора категорий, отвечающего соответствующим стратегическим целям развития энергоинфраструктуры;

- сбалансировать портфель и выровнять инвестиции, ресурсы и другие контролируемые параметры по всем стратегическим целям;

- применять отработанные и типизированные подходы к сравнению различных вариантов и принятию управленческих решений, а также повторно использовать имеющиеся наработки для реализации компонентов.

Принципом классификации является принадлежность того или иного компонента к конкретной стратегической цели. В результате нецелевые компоненты исключаются из перечня.

Логика данного процесса представлена на рисунке 4.3.

В ходе реализации данного процесса также могут возникать различные вопросы или проблемы, например:

- по неоднозначности отнесения того или иного проектного предложения к какой-либо группе вследствие расхождений во мнениях экспертов;

- по неоднозначности отнесения того или иного проектного предложения к какой-либо группе вследствие сложности решаемых им стратегических задач;

- по необходимости изменения ранее присвоенных квалификационных признаков.

Все вопросы и проблемы, выявленные в ходе реализации процесса классифицирования, фиксируются и направляются для соответствующего рассмотрения в процесс «Рассмотрение вопросов и проблем» группы процессов «Изменение и развитие».

III. Оценивание

Цель этого процесса – дать оценку каждому компоненту на основе единообразных принципов и сопоставимых критериев оценивания.

При проведении оценивания должна использоваться классификационная информация по компонентам, и в рамках отдельных групп могут применяться специфические или дополнительные приемы и методы оценивания, более полно учитывающие специфику компонентов.

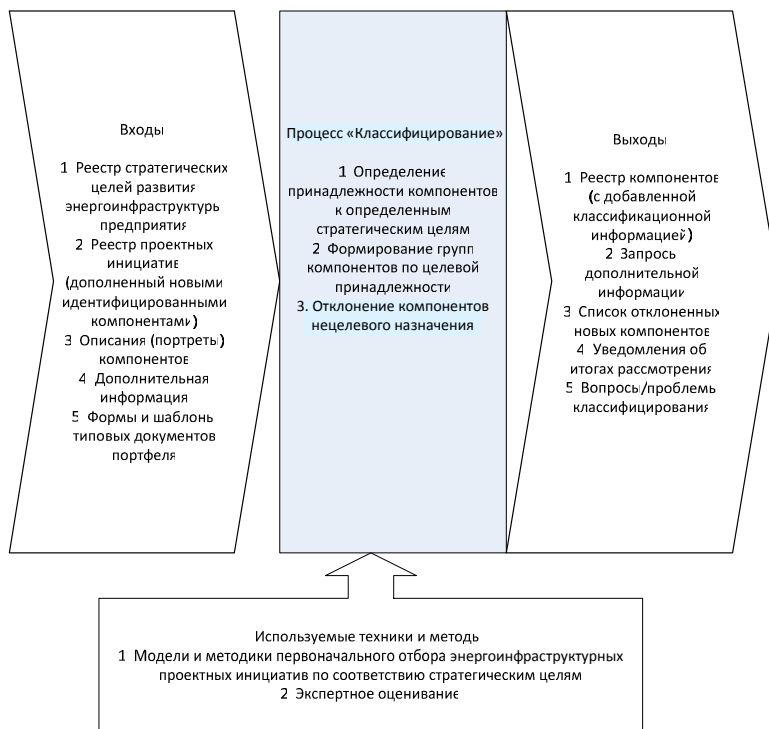


Рисунок 4.3 – Обобщенное описание процесса классифицирования

С целью повышения эффективности системы управления в рамках процесса формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов целесообразно проводить многоэтапную и многокритериальную оценку проектных инициатив, в результате которой увеличивается информационное поле и снижается энтропия объекта управления.

Обобщенный состав процесса представлен на рисунке 4.4.

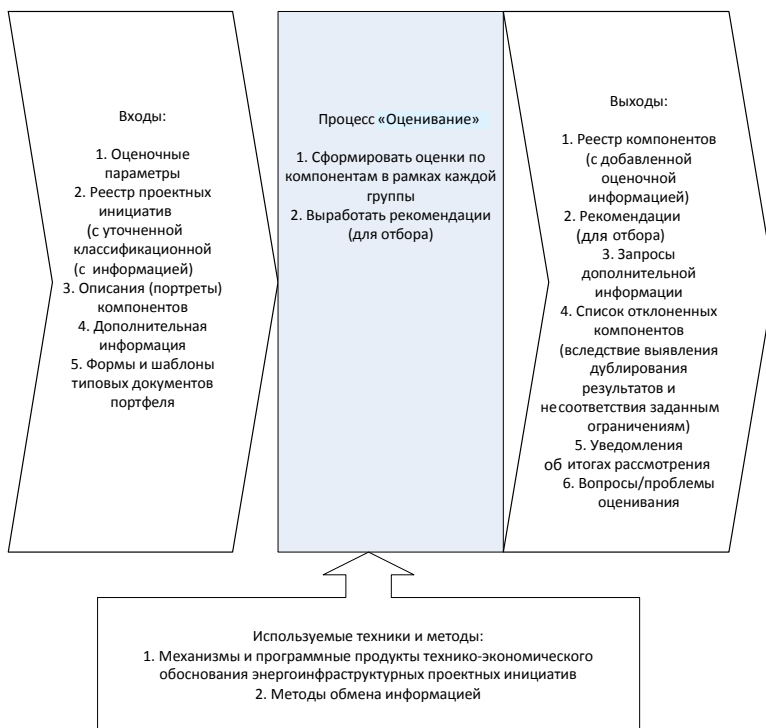


Рисунок 4.4 – Обобщенное описание процесса оценивания

В ходе этого процесса могут возникать различного рода вопросы и проблемы, т.к. любая оценочная система, в том числе представленная в данной работе, является неинвариантной и требует адаптации к конкретным условиям предприятия. Примером возникающих проблем могут быть вопросы:

- по изменениям ранее сделанных оценок;
- по неоднозначности применяемых оценочных показателей и оценочных шкал;
- по существованию дополнительных (качественных или количественных) критериев оценивания компонентов.

Все вопросы и проблемы, возникающие в ходе реализации процесса оценивания, фиксируются и направляются для соответствующего рассмотрения в процесс «Рассмотрение вопросов/проблем» группы процессов «Изменение и развитие».

IV. Отбор

Цель данного процесса – согласовать совокупные ресурсные и финансовые потребности портфеля энергоинфраструктурных проектов с имеющимися у предприятия возможностями. В результате проведения такого согласования список новых компонентов сокращается, и из последующего рассмотрения исключаются компоненты, не соответствующие установленным ограничениям.

Уменьшение списка новых компонентов может существенно сократить продолжительность процесса формирования и согласования решений по балансировке. Вместе с тем возрастает вероятность неверной отбраковки новых компонентов. Для минимизации таких ошибок отбор новых компонентов должен производиться на основе установленных критериев, а также с учетом оценок и рекомендаций, подготовленных при выполнении предыдущих процессов; отбор компонентов осуществляется в рамках групп.

Обобщенный состав процесса представлен на рисунке 4.5.

В ходе реализации данного процесса также могут возникать различные вопросы и проблемы, например:

- по неоднозначности или субъективизму применяемых критериев отбора;
- по существованию дополнительных качественных или количественных критериев отбора;
- по рекомендациям для более детального рассмотрения или исключения выполняемых компонентов из портфеля.



Рисунок 4.5 – Обобщенное описание процесса отбора

Все вопросы и проблемы фиксируются и направляются для соответствующего рассмотрения в процесс «Рассмотрение вопросов/проблем» группы процессов «Изменение и развитие».

V. Ранжирование

Цель процесса – расположить по приоритетам компоненты в рамках каждой группы.

Списки проранжированных энергоинфраструктурных проектов используются для подготовки и утверждения решений по формированию портфеля.

В основу математической модели ранжирования компонентое портфеля положен подход, предложенный

Т. Саати [183]. Детализация этого процесса будет представлена в последующих разделах работы.

Состав данного процесса представлен на рисунке 4.6. В ходе реализации процесса ранжирования могут возникать различного рода проблемы и вопросы, например:

- по существованию дополнительных качественных или количественных критериев ранжирования компонентов;
- по корректировкам классификационной информации;
- по корректировкам приоритетов.



Рисунок 4.6 – Описание процесса ранжирования

Все вопросы и проблемы фиксируются и направляются для соответствующего рассмотрения в процесс «Рассмотрение вопросов/проблем» группы процессов «Изменение и развитие».

VI. *Балансировка*

Цель данного процесса – сгруппировать в рамках портфеля энергоинфраструктурные проекты в соответствии с выбранными моделью и алгоритмом финансирования.

В силу нестабильности экономической среды Украины, сложности кредитной политики, высокорискованности данного вида проектной деятельности, несовершенства законодательной базы и невозможности предприятий чрезмерно рисковать собственными финансовыми средствами наиболее целесообразным является принятие такого механизма финансирования портфеля, как самофинансирование. Таким образом, задачей балансировки является формирование структуры портфеля энергоинфраструктурных проектов, в рамках которой необходимость в привлечении сторонних инвестиций была бы минимальной. Это связано с некоторого рода страхованием портфеля энергоинфраструктурных проектов и системы управления от лишних негативных воздействий со стороны окружения, с целью минимизации адаптации в процессе реализации портфеля, вызванной изменениями в кредитной политике.

Обобщенный состав данного процесса представлен на рисунке 4.7.

В ходе данного процесса могут возникать различные вопросы и проблемы, например:

- по неполноте и неоднозначности информации, требующей принятия дополнительных предположений или допущений;
- по сложности процедуры компоновки;
- по внезапному возникновению необходимости изменения очередности реализации компонентов, диктуемой внешними причинами.

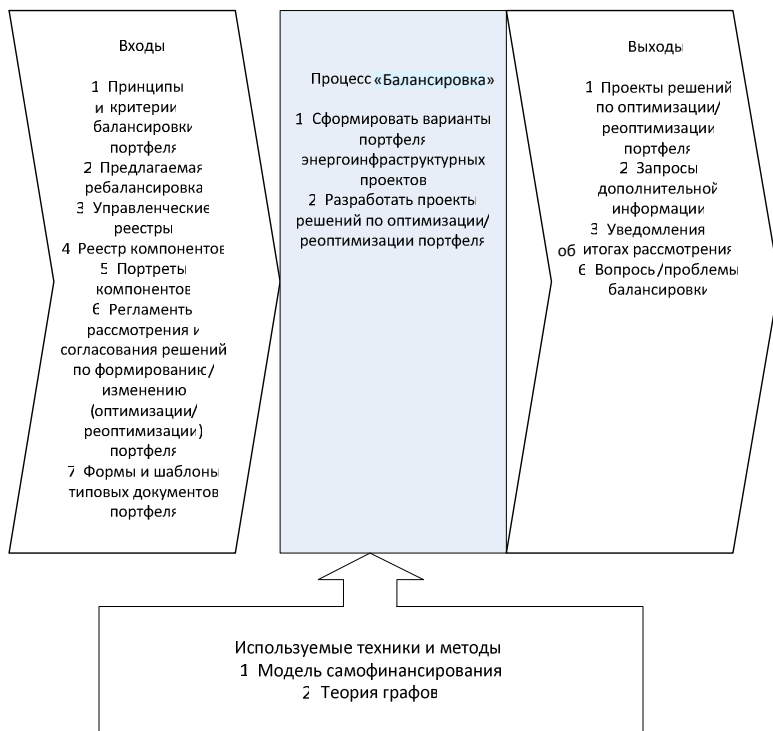


Рисунок 4.7 – Обобщенное описание процесса балансировки

Все вопросы и проблемы данного процесса фиксируются и направляются для соответствующего рассмотрения в процесс «Рассмотрение вопросов/проблем» группы процессов «Изменение и развитие».

VII. Утверждение

Цель этого процесса – отобрать такой портфель энергоинфраструктурных проектов, который будет обладать наибольшим потенциалом для реализации стратегических целей развития энергоинфраструктуры предприятия.

Утверждение портфеля позволяет материализовать основные выгоды и преимущества портфельного управления:

- практически реализовать намеченные стратегические цели развития энергоинфраструктуры предприятия;

- обоснованно планировать и эффективно использовать финансовые средства и ресурсы в соответствии со стратегическими ориентирами и имеющимися возможностями;

- максимизировать доходы от портфеля и в целом результативность его реализации в рамках установленных критериев управления, допускаемого профиля рисков, показателей ценности и иных ограничений.

В ходе процесса утверждения сформированные варианты портфеля анализируются, сравниваются и из них выбирается наилучший вариант. Также на основе отобранного варианта формируются проекты решений по поддержанию существующего портфеля энергоинфраструктурных проектов в текущем состоянии или по целенаправленному изменению портфеля, которые могут касаться как портфеля в целом, так и отдельных компонентов.

Обобщенный состав процесса оптимизации представлен на рисунке 4.8.

В ходе реализации процесса утверждения могут возникать различные вопросы и проблемы, например:

- по неэффективности процедур формирования вариантов портфеля энергоинфраструктурных проектов;

- по существованию дополнительных качественных и количественных критериев оценивания вариантов портфеля;

- по изменению требований к портфелю энергоинфраструктурных проектов в силу изменений в его окружении.

Все вопросы и проблемы данного процесса фиксируются и направляются для соответствующего рассмотрения в процесс «Рассмотрение вопросов/проблем» группы процессов «Изменение и развитие». Также по результатам данного процесса принимается решение по инициированию портфеля энергоинфраструктурных проектов. Предлагаемый проект решения рассматривается и утверждается руководителем,

ответственным за портфель. Также могут привлекаться и другие руководители подразделений и высшего руководства предприятия. В ходе рассмотрения проект портфеля энергоинфраструктурных проектов может быть уточнен и скорректирован.



Рисунок 4.8 – Обобщенное описание процесса оптимизации

Утвержденное решение по поддержанию или изменению портфеля должно быть своевременно, однозначно и эффективно доведено до всех ответственных и заинтересованных лиц для соответствующего исполнения и учета в своей деятельности.

4.2 Моделирование процессов адаптивной системы мониторинга портфеля энергоинфраструктурных проектов

Основной смысл дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов на основе адаптивных технологий заключается в постоянном изучении изменений состояния объекта управления (которые происходят вследствие воздействий внешнего окружения), анализе причин и следствий данных воздействий и совершенствовании системы управления за счет ее подстройки (адаптации) под новые состояния портфеля с целью поддержания необходимого уровня управляемости и успешной реализации, в конечном счете, стратегических целей развития энергоинфраструктуры предприятия.

Ввиду этого существенное значение имеют процедуры (процессы) мониторинга, с помощью которых на регулярной основе осуществляется анализ отдельных компонентов и портфеля в целом для подтверждения соответствия фактических значений контролируемых показателей установленным значениям и при необходимости для оперативной корректировки портфеля с учетом выявленных или потенциальных отклонений.

Детализируем процессы мониторинга портфеля энергоинфраструктурных проектов.

1. Подтверждение исполнения

Цель данного процесса – подтвердить представляемую отчетную информацию по отдельным компонентам, по портфелю в целом и окружению для исключения возможных неоднозначностей в понимании или ошибок при принятии решений и реализации изменений.

В рамках этого процесса собирается вся необходимая и доступная информация по выполнению компонентов, а также

собственно по портфелю и внешнему окружению. Для подтверждения используется как информация, имеющаяся в системе управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, так и информация, полученная в результате оценки динамичности окружения портфеля.

В рамках процесса подтверждаются следующие фактические значения: контролируемых параметров компонентов, в том числе получаемых выходных результатов выполнения компонентов; контролируемых параметров портфеля, в том числе, показателей его ценности; показателей, характеризующих успешность реализации стратегии развития энергоинфраструктуры; параметров окружения.

Данная информация используется в последующих процессах группы мониторинга и контроля для выявления отклонений и формирования необходимых оперативных регулирующих воздействий в рамках адаптации. Отчетная информация, полученная на данном этапе, передается в процесс совершенствования системы управления для обработки и формирования решений.

Обобщенный состав процесса представлен на рисунке 4.9.

В целом процесс подтверждения исполнения заключается в следующем.

Первоначально по всем энергоинфраструктурным проектам собирается актуальная и содержательная информация о фактическом их исполнении и о полностью или частично полученных результатах. Сбор фактической информации организуется на основе регламентированных процедур и должен производиться в рамках общей схемы предоставления отчетности. Сами процедуры представления отчетности должны предусматривать как регулярные отчеты, так и тематические отчеты или передачу сведений, предоставляемых по запросам. Формат и содержание отчетов обычно стандартизируются.

ванны и соответствующим образом регламентированы. Вместе с тем, должна быть предусмотрена возможность расширения состава и содержания представляемой отчетности для отражения специфики компонента и удовлетворения потребностей контроля его исполнения. Вся поступившая информация направляется в процесс подтверждения фактических значений контролируемых параметров.



Рисунок 4.9 – Обобщенное описание процесса подтверждения исполнения

Далее осуществляется оценка всего портфеля по контролируемым параметрам. Исходя из того, что отклонения по данным показателям от запланированных происходят вследствие влияния внешних воздействий, целесообразно также осуществить оценку динамичности портфельного окружения.

Вся поступившая информация должна быть подтверждена и проверена как для исключения неоднозначности и различия в трактовках фактических значений, так и для предотвращения возможного сокрытия реальной картины состояния и результатов деятельности. Для этого могут либо использоваться перекрестные проверки по данным из различных источников, либо проводиться различные экспертизы.

В рамках данного процесса могут применяться различные методы измерения, например:

- измерение выполнения – по целевому показателю и соблюдению портфельных ограничений, а также по критериям эксплуатации системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов (раздел 2, табл. 2.7);

- измерение ценности – по показателям вклада конкретного компонента в достижение стратегических целей развития энергоинфраструктуры и по показателям ценности портфеля.

В ходе реализации процесса «Подтверждение исполнения» могут возникать различные проблемы, например:

- по неэффективности процедур получения первичной информации о выполнении и состоянии проектов и портфеля в целом;

- по выявленным несоответствиям и противоречиям в информации;

- по отсутствию первичной информации об окружении портфеля.

Все вопросы и проблемы данного процесса фиксируются и направляются для соответствующего рассмотрения в процесс «Рассмотрение вопросов/проблем» группы процессов «Изменение и развитие».

II. *Выявление отклонений*

Цель этого процесса — выявить отклонения контролируемых показателей от плановых или нормативных значений, а также определить несоответствия в ранее сформулированных допущениях, в использовании установленных регламентов или в выполнении полученных указаний.

Все выявленные отклонения/несоответствия/невыполнения и установленные причины, их «породившие», должны соответствующим образом фиксироваться и передаваться как для применения оперативных регулирующих воздействий и формирования отчетности, так и для принятия решений по адаптации и развитию системы управления.

Состав и обобщенное содержание подпроцессов, необходимых для реализации данного процесса, представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Состав и обобщенное содержание подпроцессов, необходимых для реализации процесса
«Выявление отклонений»

Название подпроцесса	Краткое определение
Сравнить фактическое выполнение с планами	Сравнение фактических значений показателей выполнения с плановыми или нормативными
Выявить отклонения по контролируемым параметрам системы управления	Сравнение фактических значений контролируемых параметров качества системы управления с нормативными или допустимыми
Подтвердить выполнение указаний на контроле	Проверка исполнения управленческих указаний

Полученная информация о фактических значениях исполнения по компонентам и портфелю энергоинфраструк-

турных проектов в целом сравнивается с соответствующими плановыми или нормативными значениями. Все выявленные отклонения (как негативные, так и позитивные) фиксируются с привязкой к конкретной дате актуальности. Также должны быть зафиксированы и выявленные причины отклонений, чтобы стать составной частью базы данных по портфелю данного предприятия. Эта база данных служит основой системы управления знаниями по проектно-ориентированной деятельности.

Успех реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов напрямую зависит от качества управления. Поэтому контролю качества управления портфелем должно уделяться достаточно внимания, чтобы контролировать текущие условия реализации портфеля, прогнозировать неопределенность относительно будущего и формировать адаптивные технологии.

В ходе реализации данного процесса также могут возникать различного рода вопросы и проблемы, которые формируются и направляются для соответствующего рассмотрения в процессы «Изменение и развитие».

III. Оперативное регулирование

Цель данного процесса – гарантировать успешность реализации стратегических планов развития энергоинфраструктуры посредством эффективного и результативного выполнения портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Оперативное регулирование в рамках портфеля энергоинфраструктурных проектов фокусируется на формировании необходимых воздействий, направленных на взаимное согласование компонентов в ходе их выполнения; гарантированное соблюдение установленных регламентов и безусловное выполнение поручений; создание условий для эффективного и результативного использования ресурсов и финансовых средств, выделенных на реализацию портфеля.

Регулирующие воздействия могут быть трех типов:

- предупредительные – направленные на снижение вероятности возможных негативных последствий проявления некоторых факторов и событий, сопряженных с энергоинфраструктурными проектами, группами проектов, портфелем и стратегией развития энергоинфраструктуры в целом, а также с окружением портфеля;

- корректирующие – направленные на приведение значений контролируемых параметров к плановым или нормативным;

- стимулирующие – направленные на создание, расширение и использование благоприятных возможностей для реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Сами регулирующие воздействия являются следствиями различных процессов управления и в качестве выхода служат для замыкания обратных связей в системе управления портфелем энергоинфраструктурных проектов.

Объектами оперативного регулирования являются следующие элементы:

- отдельные энергоинфраструктурные проекты;
- ресурсы и финансовые лимиты, выделяемые на реализацию портфеля;
- отдельные организационные структуры;
- отдельные элементы системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов.

Задачей регулирования является поддержание портфеля в рамках установленного курса, определяемого необходимостью эффективной реализации заданной стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия в условиях установленных ограничений и воздействий со стороны динамического окружения.

На основании анализа выявленных отклонений, а также в соответствии с выбранным видом адаптивной технологии оценивается необходимость в изменениях портфеля и, соответственно, определяется объективная необходимость в регулировании, т.е. применении управленческих воздействий. И если такая необходимость объективно существует, то определяются направления и масштабы намеченных изменений, которые, в свою очередь, определяют уровни управленческих решений:

- если необходимые изменения связаны с уточнением/корректировкой портфеля энергоинфраструктурных проектов или конкретных проектов, то такие изменения могут формироваться в рамках оперативного регулирования;

- если устанавливается, что необходимые изменения требуют ребалансировки и реоптимизации или изменения стратегии развития энергоинфраструктуры либо системы управления, то об этом формируются соответствующие уведомления и принятие решений передается в соответствующие процессы групп «Формирование и планирование» или «Изменение и развитие».

Варианты регулирующих воздействий включают:

1. Указания и рекомендации по компонентам, адресуемые руководителю конкретного энергоинфраструктурного проекта и направленные на уточнение и корректировку выполнения или управления соответствующим компонентом. Эти указания и рекомендации могут включать следующие аспекты:

- приостановить выполнение;
- уточнить/детализировать планы/бюджеты;
- уточнить/детализировать содержание.

2. Указания и рекомендации по портфелю, адресуемые ответственным исполнителям в различных функциональных

областях в рамках управления или реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов, которые могут включать следующие аспекты:

- оценить бизнес-потребность;
- уточнить/скорректировать выделяемые ресурсы;
- уточнить/скорректировать приоритеты.

3. Предложения по ребалансировке и реоптимизации портфеля энергоинфраструктурных проектов, инициирующие цепочку процессов по реоптимизации портфеля (рис. 4.1), могут включать следующие аспекты:

- изменить структуру портфеля энергоинфраструктурных проектов;
- изменить состав компонентов портфеля.

Регулирующие воздействия в рамках первых двух пунктов направлены на поддержание портфеля энергоинфраструктурных проектов в текущем состоянии, а регулирующие воздействия в рамках второго пункта – на целенаправленное изменение портфеля.

Принятые решения оформляются соответствующим образом, получая статус обязательных для выполнения, и доводятся до ответственных исполнителей и руководителей, а также до всех заинтересованных лиц.

Тем самым инициируются процессы по соответствующему выполнению и контролю принятых управленческих решений в рамках портфеля.

Причины и соответственно содержание принятых регулирующих воздействий должны быть отражены в документации, чтобы стать составной частью базы данных портфеля энергоинфраструктурных проектов.

В ходе данного процесса могут возникать различные проблемы, например:

- по отсутствию эффективных механизмов реализации управленческих воздействий;
- по отсутствию необходимых регламентов управленческих взаимодействий;
- по отсутствию необходимых шаблонов и форм управленческих документов, которые фиксируются и направляются для соответствующего рассмотрения в процесс «Рассмотрения вопросов/проблем».

IV. Формирование отчетности

Целью данного процесса является формирование достоверных, лаконичных и понятных материалов для регулярного и оперативного информирования высшего руководства предприятия и заинтересованных лиц о том, как происходит достижение установленных стратегических целей, как используются выделенные ресурсы и финансовые средства в рамках портфеля, о предпринятых оперативных регулирующих воздействиях, об угрозах и возможностях, выявленных в рамках портфеля, о функционировании системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов и других факторах.

Отчетность по портфелю может быть двух типов:

- оперативная – контроль текущих процессов и результатов;
- аналитическая – анализирует плановые/фактические отклонения и эффективность деятельности, а также дает оценки состояния и прогнозы.

Целевая информация, формируемая данным процессом, передается на высший уровень управления, а также используется в системе стратегического управления для кон-

троля реализуемости принятой стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия.

Возможные проблемы данного процесса, например такие, как: отсутствие запрашиваемых сведений, субъективизм оценок или прогнозов, неоднозначность интерпретации оценок или прогнозов по отдельным параметрам, фиксируются и направляются для соответствующей обработки в группу процессов «Изменение и развитие».

4.3 Моделирование процессов адаптивной системы управления изменениями

С помощью процессов данной системы на регулярной основе осуществляется анализ стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия, окружения портфеля, элементов системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов для формирования адаптивных технологий, посредством которых осуществляются подстройка и целенаправленное развитие управленческой системы.

Детализируем процессы данной группы.

I. Рассмотрение вопросов и проблем

Цель этого процесса – своевременное выявление, оперативное рассмотрение и адекватное реагирование на возникающие вопросы или проблемы, а также формирование предложений по их разрешению и предупреждению или недопущению в будущем, т.е. адаптивной технологии.

Выявление вопросов и проблем и управление их решением, предупреждением – важнейший аспект дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, позволяющий:

- своевременно выявлять вопросы и проблемы;
- формировать рекомендации по адаптации;

– formalизовать процесс принятия решений с целью совершенствования, т.е. развития.

Обобщенный состав процесса рассмотрения вопросов и проблем представлен на рисунке 4.10.



Рисунок 4.10 – Описание процесса рассмотрения вопросов/проблем

Все принятые и соответствующим образом задокументированные вопросы и проблемы поступают для централизованной обработки и принятия решений по необходимым управленческим воздействиям. Логика формирования управленческих воздействий определяется необходимыми полномочиями для их принятия, т.е. если для решения вопроса или проблемы достаточно полномочий в рамках действующей системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, то формируются соответствующие указания по их

разрешению, а также предложения по предупреждению в будущем; если полномочий в рамках действующей системы управления портфелем недостаточно, то выполняется эскалация такого вопроса или проблемы на более высокий уровень принятия управленческих решений.

Как только по вопросу или проблеме принято решение, оно должно быть преобразовано в последовательность шагов по его реализации, которая определяет:

- какие задачи должны быть выполнены;
- какие документы или другие выходные результаты должны быть подготовлены;
- кто будет ответственным за выполнение задач и получение необходимых результатов;
- критерии завершения.

Принятые решения соответствующим образом вносятся в реестр вопросов и проблем.

Эскалация проблем и вопросов осуществляется тогда, когда выясняется, что действующая система управления портфелем энергоинфраструктурных проектов не обладает достаточным набором методов и средств для их разрешения и требуется формирование нового алгоритма управления.

II. Накопление и распространение знаний

Цель этого процесса – извлечь полученные уроки и выявить лучшие практики из информации о состоянии портфеля энергоинфраструктурных проектов и системе управления, полученной к конкретному моменту времени, создав условия для использования новых знаний, которые могут способствовать повышению степени успешности реализации портфеля и стратегии развития энергоинфраструктуры в целом.

В рамках данного процесса собирается вся имеющаяся на конкретный момент времени документация и информация по объекту и системе управления и собранные материалы анализируются на предмет их полноты и достаточности для

архивирования, а также на предмет наличия полученных уроков, лучших практик и новых знаний для внедрения и тиражирования. Соответствующие материалы архивируются, при этом они структурируются, и к ним добавляются классификационные признаки, которые позволяют организовать быстрый поиск и выборку из архива для повторного использования. Полученные уроки, лучшие практики и новые знания формализуются до уровня практической реализуемости и сообщаются всем заинтересованным лицам для внедрения и тиражирования.

III. Выявление и анализ изменений

Цель данного процесса – обобщенная оценка состояния портфеля энергоинфраструктурных проектов и системы управления и сканирование внешнего окружения, для того чтобы выявить и проанализировать изменения, которые могут оказать значимые воздействия как на сам портфель, так и на стратегию развития энергоинфраструктуры, осознать масштабы адаптации и сформировать адаптивные технологии.

В рамках этого процесса собирается вся доступная информация о:

- состоянии окружения портфеля;
- стратегии и стратегических планах развития энергоинфраструктуры предприятия;
- приоритетах предприятия;
- актуальности планируемых к получению целевых результатов;
- требованиях к получаемым результатам по портфелю;
- ограничениях по портфелю;
- эскалируемых проблемах и вопросах;
- прочих внутренних и внешних условиях, способных оказывать прямые либо опосредованные воздействия на портфель энергоинфраструктурных проектов.

На основании обработки собранной информации и ее сравнения с ранее полученными данными выявляются изменения, которые могут оказывать воздействия на выполнение стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия, на сам портфель и его реализацию, на группы энергоинфраструктурных проектов (или на отдельные проекты), на систему портфельного управления, на предприятие в целом или на его систему управления. Также дополняются и уточняются состав и характеристики: показателей системы оценки эффективности энергоинфраструктуры предприятия; показателей компонентов портфеля; модели портфеля, его показателей; а также модели и алгоритма адаптивной технологии.

Выявленные изменения, их описания и адаптивная технология передаются в процесс совершенствования системы управления для формирования соответствующих решений по ответным управленческим воздействиям.

Общий вид процесса представлен на рисунке 4.11.

Детализируем содержание процесса.

1. Выявление изменений состояния объекта управления и внешнего окружения.

Окружение портфеля энергоинфраструктурных проектов чрезвычайно динамично:

- изменяются внешние условия как на макро-, так и на микроуровне;
- изменяются внутренние условия;
- изменяются целевые показатели и приоритеты;
- уточняются и дополняются принципы и критерии качества управления.

Эти и подобные им изменения оказывают существенное влияние на портфель энергоинфраструктурных проектов и его компоненты. Соответственно, изменения состояний как самого портфеля, так и его окружения должны оперативно выявляться и фиксироваться, для того чтобы их можно было

учитывать при управлении портфелем и проведении необходимых адаптаций самой системы управления.



Рисунок 4.11 – Обобщенное описание процесса выявления и анализа изменений

Все выявленные изменения фиксируются и передаются для анализа их возможного влияния.

2. Фиксация изменений в стратегии развития энергоинфраструктуры или в приоритетах

Стратегия развития энергоинфраструктуры предприятия по ходу своего выполнения может в той или иной степени изменяться (дополняться, уточняться, корректировать-

ся). Также могут изменяться и приоритеты портфеля. Все происходящие изменения должны оперативно фиксироваться, для того чтобы можно было принимать соответствующие управленческие решения по согласованию с этими изменениями как собственно состава и содержания портфеля (запуская при необходимости ребалансировку и реоптимизацию), так и алгоритмов управления портфелем (применяя различные адаптивные технологии). Все выявленные изменения фиксируются и передаются для анализа их возможного влияния.

3. Оценка возможных влияний выявленных изменений

Все зафиксированные изменения должны анализироваться для определения их возможного влияния на состав и содержание портфеля энергоинфраструктурных проектов, а также на его реализацию и управление. Изменения в большинстве случаев оказывают комплексное воздействие, что требует ответной адаптации как самого портфеля (изменений в его составе), так и системы управления (наращения потенциала).

Соответственно, формирование вариантов адаптивных технологий будет проводиться в рамках процесса совершенствования системы управления. В рамках же процесса выявления и анализа изменений необходимо рассмотреть и оценить все выявленные изменения с точки зрения их возможных влияний на принятые или сформированные ранее предположения, ограничения, прогнозы, подготовив, таким образом, исходные данные для формирования необходимых управленческих решений.

Все изменения и оценки их возможных влияний фиксируются в специализированных реестрах.

4. Совершенствование системы управления

Согласно предложенному в предыдущем разделе методу необходимым условием эффективного управления порт-

фелем энергоинфраструктурных проектов является превышение потенциала управления над разнообразием состояний объекта управления. Следовательно, фиксируя изменения в состояниях портфеля энергоинфраструктурных проектов, необходимо пропорционально наращивать методологический и информационный потенциал системы управления, при этом чем больше объем эскалируемых вопросов и проблем на каждом этапе мониторинга, тем ниже уровень потенциала системы управления.

Поэтому постоянное совершенствование системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов является критической необходимостью для повышения эффективности и результативности реализации компонентов портфеля, а также гарантированного достижения стратегических целей развития энергоинфраструктуры в складывающихся условиях портфельного окружения.

Таким образом, целью данного процесса является развитие системы управления портфелем по всем ее компонентам: оргструктуре, процессам, информации, нормативной базе, методологии.

В рамках этого процесса определяются потребности в совершенствованиях и изменениях; формируются адаптивные технологии управления; формулируются предложения по повышению методологического потенциала, а также могут формироваться предложения по оптимизации оперативного управления энергопотреблением, энергоменеджмента, операционного управления предприятием в целом; по уточнению/изменению системы управления развитием энергоинфраструктуры предприятия; по уточнению или изменению стратегии развития энергоинфраструктуры.

Сами предложения по развитию системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов можно условно разделить по четырем основным направлениям: норма-

тивно-регламентирующий базис; процессно-организационный базис; методологический базис; инфраструктурный базис.

Детализируем состав действий в рамках данного процесса.

1. Определение необходимости и характера изменений (развития).

Изменения состояний и внешнего окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов порождают необходимость соответствующей адаптации к этим изменениям системы управления. По сути, инициируются ответные изменения, направленные на адаптацию и усовершенствование (развитие) портфеля энергоинфраструктурных проектов и самой системы управления.

Потребности в изменениях могут затрагивать различные компоненты управленческой системы и иметь различную степень приоритетности. Важно выявить наиболее приоритетные направления и формы изменений, чтобы сформировать максимально эффективную адаптивную технологию.

Сформированные предложения по направлениям и формам необходимых изменений направляются в процесс «Сформировать решения по изменениям (развитию)» для необходимой проработки и детализации до уровня, позволяющего принять обоснованные решения по их реализации или инициированию.

2. Формирование решения по изменениям (развитию)

Адаптация и развитие системы управления портфелем – одна из основных задач, для решения которой необходимо формировать объективно обоснованные, эффективные и действенные регулирующие воздействия и инициировать изменения по развитию. Причем эти воздействия и инициирование изменений могут как относиться к сфере компетенции руководителя портфеля энергоинфраструктурных проек-

тов, так и требовать решений руководителей более высокого уровня.

Сфера компетенций руководителя портфеля распространяется на уточнение и доработку нормативно-регулирующей и справочно-информационной документации по управлению портфелем энергоинфраструктурных проектов; инициирование работ по подготовке проектов и программ развития и совершенствования системы портфельного управления; инициирование оперативных регулирующих воздействий по портфелю. Если предлагаемые изменения требуют апробирования, то вначале могут формироваться рекомендации для проведения проверки на практике.

3. Представление решения по изменениям (развитию).

Решения по развитию или совершенствованию системы портфельного управления, а также предложения, реализация которых находится вне сферы компетенции руководителя портфеля энергоинфраструктурных проектов, должны соответствующим образом оформляться и представляться. В части решений – ответственным руководителям и исполнителям для соответствующего исполнения, а также высшему руководству и всем заинтересованным лицам для информирования; в части предложений – высшему руководству для принятия необходимых управленческих решений.

Соответствующим образом подготовленные предложения могут также направляться на вход процесса идентификации для проведения и рассмотрения в установленном порядке, тем самым инициируя сквозной процесс реоптимизации портфеля энергоинфраструктурных проектов.

РАЗДЕЛ 5

БАЗОВЫЕ МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И МЕХАНИЗМЫ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ

5.1 Моделирование базовой системы показателей состояний энергоинфраструктуры предприятия как информационного источника для инициации энергоинфраструктурных проектов

На начальном этапе развития энергоинфраструктуры предприятия первоочередным шагом является осознание проблем в ее текущем состоянии. Данный шаг ставит перед собой две цели: первая – конкретизация стратегических целей, подцелей и задач; вторая – одновременное инициирование проектных предложений по их достижению.

Однако в настоящее время отсутствует действенная система оценки и анализа состояния и эффективности функционирования энергоинфраструктуры предприятия, в связи с чем на данный момент невозможно конкретизировать стратегические цели и обоснованно осуществлять инициацию энергоинфраструктурных проектов.

Энергоинфраструктуру предприятия необходимо оценивать системой показателей, которая должна всесторонне отражать состояние и функционирование ее технической, технологической, организационной, материальной, методической, управленческой составляющих, а также потенциал развития.

Целесообразно выделить две основных категории показателей, характеризующих состояние и эффективность функционирования энергоинфраструктуры: *энергобезопасность* и *энергоэффективность*.

Под энергоэффективностью согласно Закон Украины «Об энергосбережении» [166] понимаются характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю. Следовательно, энергоэффективность – это технический показатель, отражающий эффективность использования энергии в производстве.

Под *энергоэффективностью энергоинфраструктуры* в работе понимается результативность как соотношение результатов производственной деятельности и затраченных на их достижение энергетических ресурсов. Оптимальная энергоэффективность – это уровень энергоэффективности энергоинфраструктуры, наилучший с точки зрения выбранного критерия и ограничений. Исходными величинами здесь являются, с одной стороны, ограничения по ресурсам (материально-техническим, топливно-энергетическим, трудовым, финансовым), с другой – суммарная потребность в ресурсах, необходимых для повышения энергоэффективности энергоинфраструктуры.

Вопросами оценки энергоэффективности наиболее успешно занимается Международное энергетическое агентство (МЭА) в рамках Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) для выполнения международной энергетической программы.

Согласно мнению ученых-экспертов данной организации оценка энергоэффективности принимает различные формы, имеет разные назначения и области применения [278]. Однако не существует идеального и общепризнанного метода, применимого ко всем случаям. Нецелесообразно выбирать лучший показатель для каждой совокупности обстоя-

тельств, но можно выбрать приемлемый способ оценки отдельной стратегии или меры. Различные показатели могут быть использованы для разных областей применения. Ряд различных показателей может дать правильное представление о надежности ранжирования мер.

Например, в [300] представлены четыре типа оценки энергоэффективности: эффективность использования тепловой энергии оборудованием, энергоемкость, абсолютная величина энергопотребления, показатели диффузии энергоэффективного оборудования. Но и они не являются универсальными.

Для большинства украинских предприятий основным индикатором энергоэффективности служит энергоемкость – это отношение энергоресурсов, фактически затраченных на производство продукции (услуг) к количеству произведенной продукции в принятых единицах измерения [93]. Однако определение данного показателя как результирующего явно недостаточно для полной оценки энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятия и инициации энергоинфраструктурных проектов.

Система измерения должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- сигнализировать о существующей необходимости в проектном вмешательстве;
- показывать, на каком участке системы необходимо осуществлять проектное вмешательство;
- выдавать информацию, дополняющую другие системы измерения результативности организации;
- обеспечивать основу для определения приоритетов или указывать на относительную значимость различных результатов измерений.

В области оценки энергоэффективности каждая энергоинфраструктура обладает специфическими особенностями.

В данном контексте необходимо акцентировать внимание на одной из них. Если рассматривать функционирование энергоинфраструктуры как физического объекта в динамике и связать этот процесс с динамикой экономического функционирования предприятия, то можно провести целевую границу энергоэффективности объекта в зависимости от стадии жизненного цикла (рис. 5.1) [122].



Рисунок 5.1 – Влияние границы энергоэффективности энергоинфраструктуры на ее критерии, на разных стадиях жизненного цикла предприятия

Полученная схема показывает, что в зависимости от жизненного цикла необходима смена приоритетов при оценке энергоэффективности энергоинфраструктуры, а может быть, и системы оценочных показателей. В схематическом изобра-

жении жизненного цикла предприятия на рисунке 5.1 рассматривалась монопродукция – основной продукт производства. Вид качественной кривой получен в результате анализа ряда предприятий [163, 167].

Предлагаемый в работе набор показателей энергоэффективности включает обобщающий и частные показатели, выражающие степень эффективности применения отдельных видов ресурсов: производительности труда, фондоотдачи, материалоемкости и энергоемкости производства.

В качестве обобщающего целесообразно использовать экономический критериальный показатель, который в интегрированном виде отражает состояние управления энергоэффективностью энергоинфраструктуры [121]:

$$E_{\mathcal{O}} = \max \frac{CF}{Z_{\mathcal{O}}}, \quad (5.1)$$

где $E_{\mathcal{O}}$ – обобщающий показатель энергоэффективности энергоинфраструктуры,

CF – материальный поток,

$Z_{\mathcal{O}}$ – суммарные затраты энергоресурсов и энергоносителей.

Частные, или факторные, показатели определены в разрезе:

- энергоинфраструктуры предприятия в целом;
- отдельных энергоресурсов;
- энергопотребляющих процессов, различающихся формой конечной энергии, используемой в технологических установках;
- отдельных видов энергетических установок.

Система измерения энергоэффективности энергоинфраструктуры имеет **четыре контура**, которые замыкаются на критерии энергоэффективности [223, 227]. Кроме того, существуют и прямые связи между ними. Первый контур соответствует логике развертки критерия энергоэффективности.

Его структура представлена на рисунке 5.2. Основной функцией этого контура системы измерения является указание, на каком участке системы необходимо корректирующее управленческое воздействие в виде проектного решения.

Функции второго контура – сигнализирование о существующей необходимости в планировании и проектном вмешательстве, обеспечение основы для определения приоритетов и относительной значимости различных результатов измерения. Остальные функции – общие для рассматриваемых контуров. Структура второго контура представлена на рисунке 5.3.

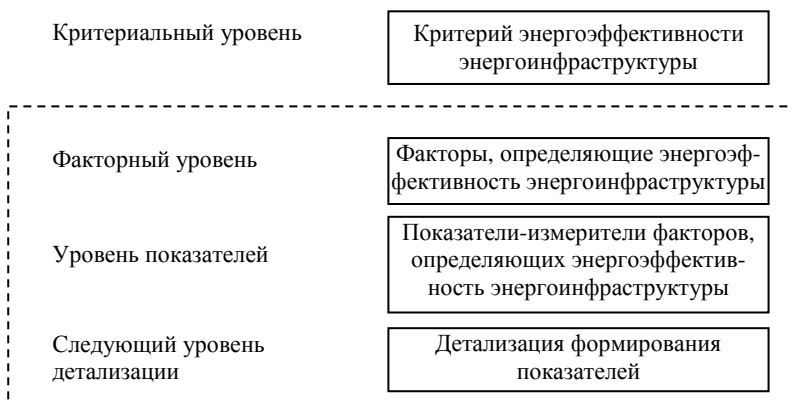


Рисунок 5.2 – Структура первого контура системы измерения

Показатели первого и второго контуров оценки энергоэффективности энергоинфраструктуры напрямую зависят от качества энергоснабжения, следовательно, функцией третьего контура является выявление несоответствия качества поступающих на предприятие энергоресурсов установленным критериям.

В условиях возрастающего дефицита и постоянного роста цен на топливно-энергетические ресурсы и энергоно-

сители в системе измерения энергоэффективности энергоинфраструктуры значительную роль играет оценка потенциала энергосбережения. Таким образом, функции четвертого контура заключаются в определении реального объема энергии, который возможно экономить при полном использовании имеющихся ресурсов с помощью проведения комплекса специальных проектов для снижения энергоемкости продукции, изменений в структуре энергопотребления в сторону замены более дефицитных энергоносителей менее дефицитными; снижения уровня загрязнения окружающей среды; увеличения коэффициента полезного использования энергии, сопровождаемого практически одновременным ростом экономической эффективности предприятия, и др.

В работе приводится анализ показателей, применяемых для оценки энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятий различных отраслей с целью выявления потенциальных проектных решений. Появление того или иного показателя обусловлено эволюцией целевых установок и требований, предъявляемых к системе измерения. Отсюда вывод, что любая система показателей несовершенна, о ее недостатках можно судить только исходя из практического применения, необходимо предусматривать ее развитие и изменение.

Рассмотрим примерный перечень показателей энергоэффективности энергоинфраструктуры для *первого контура* системы измерения. Он содержит наиболее существенные параметры, но в каждом конкретном случае может быть частично изменен в зависимости от особенностей энергоинфраструктуры предприятия, состояния учета, наличия энергодансов по отдельным технологическим процессам и видам оборудования.



Рисунок 5.3 – Структура второго контура системы измерения

Для сопоставления различных видов топлива и суммарного учета его запасов принята единица учета – условное топливо (у. т.), теплота сгорания которого соответствует 29,3 МДж/кг (7000 ккал/кг) [191].

Показатели, характеризующие состояние энергоинфраструктуры предприятия в целом:

1. *Энергоэкономический уровень производства* (\mathcal{E}_{yn}) показывает выпуск продукции в стоимостном выражении на гривну использованной энергии:

$$\mathcal{E}_{yn} = \frac{ОП}{V_{потр}^{год}}, \quad (5.2)$$

где ОП – количество произведенной за расчетный период продукции;

$V_{потр}^{год}$ – суммарное потребление энергоресурсов на технологические цели, т у. т.

Это показатель позволяет оценить уровень реализации энергоэффективных технологий, энергосберегающего оборудования и т.д.

2. *Удельная энергоемкость продукции* (ω) показывает расход энергии (энергоресурсов и энергоносителей) на производство единицы продукции:

$$\omega = \frac{V_{потр}^{год}}{ОП}, \quad (5.3)$$

где $V_{потр}^{год}$ – суммарный объем потребленных для производства продукции за расчетный период энергоносителей (электроэнергии, теплоэнергии, технологического топлива и др.), пересчитанный через теоретические эквиваленты в единые единицы измерения;

ОП – количество произведенной за расчетный период продукции.

3. *Интегральный коэффициент полезного использования энергии/энергоносителей (КПИ):*

$$КПИ = \eta_{pn} \cdot \eta_y, \quad (5.4)$$

где η_{pn} – средневзвешенный КПД распределения и преобразования энергии на предприятии;

η_y – средневзвешенный по доле в общем энергопотреблении КПД потребительских установок.

4. *Показатель эффективности передачи энергии*

Задают в виде абсолютных или удельных значений потерь энергии (энергоносителя) в системе передачи энергии.

Удельные показатели эффективности передачи энергии (ЭП) представляют собой отношение абсолютных значений потерь энергии в системе (АП) к характерным параметрам системы:

– расстояние (S), на которое передают энергию (энергоноситель):

$$ЭП = \frac{АП}{S}; \quad (5.5)$$

– исходный энергетический потенциал (\mathcal{E}_n) (параметры энергоносителя на входе в систему):

$$ЭП = \frac{АП}{\mathcal{E}_n}. \quad (5.6)$$

5. *Потеря энергии (P)* – разность между количеством подведенной (первичной ($\mathcal{E}_{пер}$)) и потребляемой (полезной ($\mathcal{E}_{пол}$)) энергии:

$$P = \mathcal{E}_{пер} - \mathcal{E}_{пол}. \quad (5.7)$$

6. *Коэффициент электрификации производства ($k_{эл}$):*

$$k_{эл} = \frac{\mathcal{E}}{V_{номр}^{год}}, \quad (5.8)$$

где \mathcal{E} – объем электропотребления по предприятию за расчетный период, приведенный к единой с суммарным энергопотреблением единице измерения.

7. *Электроотопливный коэффициент* ($k_{эм}$):

$$k_{эм} = \frac{\mathcal{E}}{B}, \quad (5.9)$$

где B – объем потребления технологического топлива за расчетный период.

8. *Теплоэлектрический коэффициент* ($k_{мэ}$):

$$k_{мэ} = \frac{Q}{V_{потр}^{год}}, \quad (5.10)$$

где Q – объем потребления теплоты по предприятию за расчетный период, приведенный к единой с суммарным энергопотреблением единице измерения.

Показатели, характеризующие эффективность использования отдельных видов энергоресурсов:

1. Электропотребление

1.1 Характеристики режима электропотребления:

1) плотность графика нагрузки (коэффициент заполнения $\beta_{ср}$):

$$E_{\mathcal{E}} = \max \frac{CF}{Z_{\mathcal{E}}}, \quad (5.11)$$

где $P_{ср}$ – среднесуточная нагрузка;

P_{\max} – максимальная нагрузка.

2) неравномерность нагрузки (α_n):

$$\alpha_n = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}, \quad (5.12)$$

где P_{\min} – минимальная нагрузка.

3) участие в совмещенном максимуме энергосистемы ($\gamma_{см}$):

$$\gamma_{см} = \frac{P_{см}}{P_{\max см}}, \quad (5.13)$$

где $P_{см}$ – нагрузка предприятия в часы совмещенного максимума энергосистемы;

$P_{\max см}$ – максимальная нагрузка энергосистемы.

4) Число часов использования максимальной нагрузки предприятия (h_m^9):

$$h_m^9 = \frac{\mathcal{E}}{P_{\max}^*}, \quad (5.14)$$

где P_{\max}^* – максимальная нагрузка предприятия в расчетном периоде.

1.2 *Электроёмкость единицы продукции (e):*

$$e = \frac{\mathcal{E}}{ОП}. \quad (5.15)$$

1.3 *Коэффициент мощности электроустановок ($\cos \varphi$):*

$$\cos \varphi = \frac{\mathcal{E}_a}{\mathcal{E}}, \quad (5.16)$$

где \mathcal{E}_a – объем потребления активной энергии.

1.4 *Функциональная структура электропотребления:*

$$\alpha_c = \frac{\mathcal{E}_c}{\mathcal{E}}; \quad (5.17)$$

$$\alpha_m = \frac{\mathcal{E}_m}{\mathcal{E}}; \quad (5.18)$$

$$\alpha_{oc} = \frac{\mathcal{E}_{oc}}{\mathcal{E}}, \quad (5.19)$$

где $\alpha_c, \alpha_m, \alpha_{oc}$ – доли силового, технологического потребления и осветительной нагрузки в общем электропотреблении за расчетный период;

$\mathcal{E}_c, \mathcal{E}_m, \mathcal{E}_{oc}$ – объемы силового, технологического потребления и расхода электроэнергии на освещение производственных и иных помещений за расчетный период.

1.5 *Электропотребление в силовых процессах* (целесообразно выделять основное и вспомогательное производство):

1) расход электроэнергии на производство 1 т продукции;

2) удельные расходы электроэнергии на производство сжатого воздуха и кислорода;

3) расход электроэнергии за 1 ч работы оборудования, оснащенного электродвигателями ($\bar{\mathcal{E}}_o$):

$$\bar{\mathcal{E}}_o = \frac{N_{\text{эо}} \cdot \bar{q}_{\text{од}} \cdot \bar{q}_m \cdot \bar{q}_\text{в} \cdot \bar{q}_n}{\bar{\eta}_{\text{эо}}}, \quad (5.20)$$

где $N_{\text{эо}}$ – суммарная установленная (номинальная) мощность электродвигателей;

$\bar{q}_{\text{од}}$ – коэффициент одновременности работы электродвигателей;

\bar{q}_m – коэффициент использования электродвигателей по мощности;

$\bar{q}_\text{в}$ – коэффициент использования электродвигателей по времени;

\bar{q}_n – коэффициент потерь электродвигателей в сети;

$\bar{\eta}_{\text{эо}}$ – средний КПД электродвигателей.

1.6 *Электропотребление в высокотемпературных и электрохимических процессах:*

1) удельные расходы электроэнергии в расчете на 1 т продукции в плавильных, нагревательных, обжиговых печах, электролизерах;

2) коэффициент электрификации высокотемпературных процессов ($k_{\text{эл}}^\text{в}$):

$$k_{\text{эл}}^\text{в} = \frac{\mathcal{E}_\text{в}}{\mathcal{E}_\text{в} + B_\text{в}}, \quad (5.21)$$

где \mathcal{E}_g – потребление электроэнергии в высокотемпературных процессах за расчетный период;

B_g – потребление технологического топлива за расчетный период.

1.7 *Потребление электроэнергии оборудованием электрофизико-химической обработки материалов* (расход электроэнергии на 1 т обрабатываемого материала).

1.8. *Потребление электроэнергии на нужды освещения:*

1) доля светильников повышенной экономичности в суммарной осветительной нагрузке производственных и иных помещений.

2) мощность осветительных приборов в расчете на единицу площади производственных и иных помещений.

3) расход электроэнергии осветительными приборами в расчете на единицу площади производственных помещений.

2. *Теплопотребление* (пар различных параметров и горячая вода).

2.1 *Теплоемкость продукции* (p):

$$p = \frac{Q_0}{ОП}, \quad (5.22)$$

где Q_0 – объем потребления тепловой энергии в виде пара и горячей воды за расчетный период.

2.2 *Удельные расходы тепла среднего (пар) и низкого (горячая вода) потенциала на производство отдельных видов продукции.*

2.3. *Теплопотребление в силовых процессах:*

1) теплоразделительный коэффициент ($k_{mэ}^c$):

$$k_{mэ}^c = \frac{Q_c}{\mathcal{E}_c}, \quad (5.23)$$

где Q_c – потребление тепла в виде пара на силовые нужды основного и вспомогательного производства.

2) удельный расход тепла (пара) на привод прессов и молотов (в расчете на 1 т продукции).

3) удельный расход тепла (пара) на привод воздуходувок в компрессорном хозяйстве (в расчете на 100 м³ сжатого воздуха).

2.4 *Использование тепла низкого потенциала на цели отопления, вентиляции и горячего водоснабжения:*

$$q_{нт} = \frac{Q_{нт}^p}{Q_{нт}^ф}, \quad (5.24)$$

где $q_{нт}$ – коэффициент эффективности использования низкопотенциального тепла во вспомогательном хозяйстве;

$Q_{нт}^p$ – расчетное (нормативное) теплopotребление за данный период;

$Q_{нт}^ф$ – фактическое теплopotребление по данным приборного учета.

2.5 *Число часов использования максимальной теплонагрузки предприятия (h_m^m):*

$$h_m^m = \frac{Q_0}{Q_{\max}^q}, \quad (5.25)$$

где Q_{\max}^q – максимальная часовая нагрузка за расчетный период.

Информация о технологических расходах электроэнергии и тепла на производство отдельных видов продукции должна содержать фактические и нормативные показатели, так как в принципе уровень энергоэффективности определяется при их сопоставлении.

В связи с этим в рамках данного исследования были разработаны метод определения нормативных показателей, процедура, механизм и алгоритм нормирования расхода энергоре-

сурсов на предприятиях, которые подробно представлены в [244].

Во *втором контуре* использовано традиционное деление на виды ресурсов (рис. 5.3).

Для *оценки эффективности использования основных фондов* можно выделить следующие показатели:

1. *Рентабельность основных фондов*. Он часто используется, как в качестве обобщающего показателя эффективности, так и в системе [129, 263]. Определяется отношением балансовой прибыли к среднегодовой установленной мощности предприятия. Замена в знаменателе стоимости основных производственных фондов на натуральный показатель позволяет избежать проблем, связанных с ценами на оборудование, учесть специфику деятельности предприятий, для которых прибыль является важнейшим фондообразующим показателем и реально характеризует вклад персонала предприятия в повышение энергоэффективности. Величина нормативной прибыли определяется исходя из нормативного отпуска, нормативов затрат всех видов ресурсов и цен на выпущенную продукцию.

2. *Обеспеченность* ($\mathcal{E}_{\mathcal{C}}$) – это сумма стабильно задействованных ($\mathcal{E}_{\text{стаб}}$) и резервных мощностей ($\mathcal{E}_{\text{рез}}$) в сопоставлении с возможным максимальным спросом ($C\mathcal{E}_{\text{ник}}$).

$$\mathcal{E}_{\mathcal{C}} = \mathcal{E}_{\text{стаб}} + \mathcal{E}_{\text{рез}} \geq C\mathcal{E}_{\text{ник}}. \quad (5.26)$$

3. *Энерговооруженность* (производства)

$$\mathcal{E}_B = M_{\mathcal{E}} / K_{\text{ОФ}}, \quad (5.27)$$

где $M_{\mathcal{E}}$ – суммарная мощность установленных на предприятии энергоустановок;

$K_{\text{ОФ}}$ – стоимость основных производственных фондов.

4. *Коэффициент полезного действия* (КПД) – величина, характеризующая совершенство процессов превращения, преобразования или передачи энергии, являющаяся отноше-

нием полезной энергии ($W_{пол}$) к подведенной ($W_{под}$), обозначается обычно η .

$$\eta = W_{пол} / W_{под}. \quad (5.28)$$

КПД является безразмерной величиной и часто измеряется в процентах. Математическое определение КПД может быть записано в виде:

$$\eta = \frac{A}{Q \times 100\%}, \quad (5.29)$$

где A – полезная работа, а Q – затраченная работа.

В силу закона сохранения энергии КПД всегда меньше или равен единице, т. е. невозможно получить полезной работы больше, чем затрачено энергии.

5. Коэффициент экстенсивного использования оборудования ($\beta_{э}$) характеризует использование энергетического оборудования по времени нахождения в работе:

$$\beta_{э} = \frac{T_{\phi}}{T_{к}} \leq 1, \quad (5.30)$$

где T_{ϕ} – фактическое время работы $T_{\phi} = T_{к} - \sum t_{пр}$;

$T_{к}$ – количество часов в году;

$\sum t_{пр}$ – время простоя оборудования.

Чем больше $\beta_{э}$, тем эффективнее работает оборудование. Увеличения коэффициента экстенсивности можно добиться за счет снижения времени нахождения в простое.

6. Коэффициент интенсивности ($\beta_{и}$) характеризует использование оборудования по загрузке установленной мощности.

$$\beta_{и} = N_{ср} / N_{у}, \quad (5.31)$$

где $N_{ср}$ – средняя загрузка оборудования;

$N_{у}$ – установленная мощность энергооборудования.

Росту β_H способствуют внедрение новой технологии и совершенствование существующей, автоматизация и механизация производственных процессов. Для энергетических объектов этот коэффициент зависит от технических параметров энергооборудования, состава, вида используемого топлива, экологических характеристик.

7. *Интегральный коэффициент* (коэффициент использования мощности) ($\beta_{\text{инт}}$) – это произведение экстенсивного и интенсивного коэффициентов

$$\beta_{\text{инт}} = \beta_{\text{э}} \beta_H. \quad (5.32)$$

Разновидностью интегральной характеристики является число часов использования установленной мощности энергооборудования. Этот показатель определяется как отношение годовой выработки энергии ($\mathcal{E}_Г$), к установленной мощности энергооборудования (N_y):

$$h_y = \frac{\mathcal{E}_Г}{N_y}. \quad (5.33)$$

Число часов использования установленной мощности показывает, какое количество часов требуется для производства на данном оборудовании энергии, равной фактической годовой выработке при условии постоянной работы на полной установленной мощности.

8. *Коэффициент износа*

Состояние энергетического оборудования предприятия оказывает значительное влияние на успешный ход производственного процесса. Основным фактором, определяющим состояние основных фондов, является износ. Этот износ характеризуется ухудшением технико-экономических показателей работы оборудования. Физический износ бывает двух видов: эксплуатационный – вызванный работой оборудования и естественный – под воздействием внешних факторов, не связанных с эксплуатацией (старение резины, коррозия).

Физический износ происходит неравномерно, отдельные части машин служат разное время. Износ может быть определен на основе экспертной оценки технического состояния энергооборудования. В таблице 5.1 представлена разработанная балльная шкала для оценки уровня технического состояния энергетического оборудования.

Таблица 5.1 – Балльная шкала для оценки уровня технического состояния энергооборудования

Оценка состояния	Характеристика технического состояния	Средний балл
Очень хорошее	Оборудование, мало эксплуатировавшееся либо прошедшее качественный капитальный или средний ремонт, в очень хорошем состоянии. Не требуется замена каких-либо частей или ремонт	50
Хорошее	Слабо изношенное, отремонтированное или обновленное оборудование в хорошем состоянии	40
Среднее	Оборудование в удовлетворительном состоянии, частично изношенное, но требующее небольшого ремонта или замены отдельных мелких частей, таких как подшипники, вкладыши и др.	30
Посредственное	Оборудование в работоспособном состоянии, но требующее ремонта или замены главных частей	20
Плохое	Оборудование в плохом состоянии, требующее капитального ремонта, такого как замена рабочих органов основных агрегатов	10

Также для приближенной оценки состояния оборудования, без обследования каждого объекта, можно использовать коэффициенты годности и износа, которые целесообразно рассчитывать по отдельным группам основных фондов:

- коэффициент износа:

$$K_{II} = P_{\phi} / P_H, \quad (5.34)$$

где P_{ϕ} и P_H – фактический и нормативный сроки службы оборудования;

– показатель годности:

$$K_{\Gamma} = (C_{\Pi} - I) / C_{\Pi}, \quad (5.35)$$

где C_{Π} – первоначальная (восстановительная) стоимость оборудования;

I – сумма износа оборудования за весь период эксплуатации.

Износ может измеряться в процентах или в стоимостном выражении. Процент износа $I\%$ может быть определен как произведение нормы амортизации $H_{ам}$ на срок эксплуатации $T_{э}$ основных средств:

$$I\% = H_{ам} T_{э}. \quad (5.36)$$

Изношенная стоимость (списанная в виде износа) находится по формуле

$$K_{ИЗН} = K_{б} I\% / 100, \quad (5.37)$$

где $K_{ИЗН}$ – изношенная стоимость энергетического оборудования;

$K_{б}$ – балансовая стоимость основных средств на начало года.

Для характеристики возрастного состава и морального износа фонды группируются по продолжительности эксплуатации (до 5, 5–10, 10–20, 20 и более лет) и рассчитывается средний возраст оборудования:

$$X = \sum C_c a = \sum \frac{X_{в} + X_{н}}{2} a, \quad (5.38)$$

где X – средний возраст оборудования;

X_c – середина интервала i -й группы оборудования ($X_c = (X_{в} + X_{н}) / 2$);

$X_{в}$, $X_{н}$ – соответственно верхнее и нижнее значение интервала группы;

a – удельный вес оборудования каждой интервальной группы в общем количестве.

9. *Коэффициент эффективного использования установленной мощности* является отношением рабочей мощности к установленной. Этот коэффициент характеризует состояние энергетического оборудования и свидетельствует о правильном и регулярном ремонтном обслуживании:

$$K = \frac{N_{\text{раб}}}{N_y} = \frac{N_y - \Delta N_{\text{орг}} - N_{\text{рем}}}{N_y}, \quad (5.39)$$

где K – коэффициент эффективного использования установленной мощности (КЭИУМ);

$N_{\text{раб}}$ – рабочая мощность (мощность, с которой оборудование может работать при максимальной нагрузке потребителя);

N_y – установленная мощность оборудования (суммарная паспортная мощность энергетического оборудования);

$\Delta N_{\text{орг}}$ – величина ограничений, возникающих вследствие износа оборудования и его неспособности развивать прежнюю, запроектированную мощность;

$N_{\text{рем}}$ – мощность, выведенная в ремонт.

10. *Коэффициент резерва*, который равен отношению максимальной (запроектированной) часовой нагрузки к установленной мощности энергетического объекта. При этом ограничения мощности, как правило, не учитываются:

$$K_{\text{рез}} = \frac{P_{\text{max}}}{N_y}, \quad (5.40)$$

где $K_{\text{рез}}$ – коэффициент резерва мощности энергооборудования (энергообъекта);

P_{max} – максимальная часовая нагрузка потребителя (с учетом потерь в сетях и собственных нужд энергообъекта).

Следующие показатели характеризуют ***эффективность использования трудовых ресурсов***.

1. Обычно интенсивность труда работников характеризуется показателем производительности труда. Существуют натуральные и стоимостные измерители производительности труда.

Производительность труда в натуральном выражении показывает количество единиц продукции, произведенных одним работником за определенный промежуток времени:

$$ПТ_H = \frac{V}{n_{п.п.п}}, \quad (5.41)$$

где V – годовой объем производства;

$n_{п.п.п}$ – численность промышленно-производственного персонала.

Для энергоинфраструктуры определять производительность труда, таким образом, нехарактерно, так как объем производства зависит в большей степени от графика нагрузки, а не от работы энергетиков.

Для энергоинфраструктуры производительность труда оценивается по *коэффициенту обслуживания*:

$$K_{обс} = \frac{W_{об}}{n_{п.п.п}} \quad \text{или} \quad K_{обс} = \frac{N_y}{n_{п.п.п}}, \quad (5.42)$$

где $W_{об}$ – количество единиц обслуживаемого оборудования, шт.;

N_y – средняя установленная мощность оборудования.

Рост производительности труда является важнейшим фактором эффективности энергоинфраструктуры, который достигается за счет:

- расширения зоны обслуживания на основе механизации и автоматизации;
- улучшения системы ремонтов;
- повышения качества обслуживания энергооборудования.

2. *Энергооснащенность труда* ($K_{эн}$), т у.т./чел.:

$$K_{эн} = \frac{A_{сум}^{потр}}{M_{п.п.п}}, \quad (5.43)$$

где $A_{сум}^{потр}$ – суммарное количество потребленных ТЭР, т у.т.;

$M_{п.п.п}$ – численность промышленно-производственного персонала предприятия, чел.

3. *Электрооснащенность труда* ($K_{эл}$), тыс. кВт·ч/чел.:

$$K_{эл} = \frac{W_{сум}^{потр}}{M_{п.п.п}}, \quad (5.44)$$

где $W_{сум}^{потр}$ – суммарное количество потребленной электроэнергии, тыс. кВт·ч.

Эффективность использования оборотных средств (энергоносителей, топлива) в энергоинфраструктуре характеризуется показателями оборачиваемости и времени их оборота.

1. *Коэффициент оборачиваемости оборотных средств* (число оборотов) характеризует скорость оборота и определяется как отношение выручки от реализации продукции к среднегодовой сумме оборотных средств предприятия:

$$n_{об} = \frac{O_p}{S_{ср.г}}. \quad (5.45)$$

Коэффициент оборачиваемости показывает, на какую сумму реализовано готовой продукции за счет каждой гривны оборотных средств в данный период времени.

2. *Период, или время оборота оборотных средств* преобразует предшествующий показатель в дни. Таким образом, среднее время оборота оборотных средств рассчитывается по выражению

$$t_{об} = \frac{t_2}{n_{об}}, \quad (5.46)$$

где t_2 – рассматриваемый календарный период (год).

Последняя из рассматриваемых сфер деятельности – финансовая. **Эффективность финансовой деятельности энергоинфраструктуры**, как неотъемлемой части производственного процесса предприятия, предлагается измерять показателем, который характеризует *степень использования разных источников финансирования при условии выполнения норматива по φ* :

$$E_{\varphi} = \frac{ДП}{\varphi}, \quad (5.47)$$

где $ДП$ – положительный денежный поток за исследуемый период;

φ – коэффициент использования установленной мощности.

Существенное влияние на эффективность энергоинфраструктуры предприятия оказывают показатели **третьего контура** системы измерения, а именно **индикаторы качества энергоресурсов**, поступающих или производимых на предприятии. Основными из них являются [208]:

1. *Индикаторы качества электроэнергии*: частота, напряжение и непрерывности подачи [208]:

$$U = \begin{cases} 220 В \pm 0,5\% \\ 380 В \pm 0,5\% \end{cases}, \quad (5.48)$$

$$f = 50 Гц \pm 0,2. \quad (5.49)$$

где U – напряжение;

f – частота тока.

Показатель непрерывности подачи электроэнергии зависит от категории электроснабжения потребителя (категория выбирается самим потребителем по желанию при заключении договора в соответствии с нормами технологического проектирования). В таблице 5.2 представлены категории электроснабжения потребителей.

Таблица 5.2 – Категории электроснабжения потребителей (электроприемников)

Категории	Характеристика
1 категория	Электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства. Выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийной остановки производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования
2 категория	Электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей
3 категория	Все остальные электроприемники, не подходящие под определения 1 и 2-й категорий

2. *Индикаторы качества тепловой энергии:* температурный режим в помещениях, который нормируется согласно СНиП (табл. 5.3) [155], а также в зависимости от температуры наружного воздуха нормируется температура теплоносителя в трубе обратной подачи (табл. 5.4) [238].

Таблица 5.3 – Нормы температурных режимов внутри помещений

Вид помещения	Температура в помещении (не менее чем), С
Гаражи	+10
Школы	+16
Промышленные предприятия	+16
Административные помещения	+18
Больницы и детские дошкольные учреждения	+20

Таблица 5.4 – Нормы температурных режимов в трубе обратной подачи

Температура наружного воздуха, С	Температура на обратке, С
10	33
5	40
1	45
0	46
-1	47
-5	52
-10	57
-15	62
-20	67
-23	70

3. *Индикаторами качества газа* являются давление на выходе (D) и качественный химический состав:

$$D = \begin{cases} 80 \text{ мм вод. столба} \\ 120 \text{ мм вод. столба.} \end{cases} \quad (5.50)$$

Химический состав газа определяется в лабораторных условиях в соответствии с ГОСТ 23781-87, ГОСТ 22667-82, ГОСТ 17310-86, ГОСТ 22387.4-77 и ГОСТ 22387-97.

4. *Качество воды* определяется рядом показателей (содержание тех или иных примесей), предельно допустимые значения которых задаются соответствующими нормативными документами. В Украине с 1984 года действуют нормы ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования, контроль за качеством», а также утвержденные Министерст-

вом здравоохранения Украины ДСАНПИН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання», от 15.04.97 г. регистрационный № 136/1940 [66].

Зная конкретные характеристики конкретной воды, можно с помощью специалистов подобрать методы улучшения качества этой воды, решить все проблемы, связанные с водоснабжением.

Необходимо отметить, что на сегодняшний момент комплексные системы контроля качества энергоресурсов отсутствуют. Однако для отдельных видов энергетических ресурсов, например электроэнергии, разработаны эффективные автоматизированные системы: анализатор качества электроэнергии РМ 296, АСКУЭ и др.

Четвертым контуром системы измерения энергоэффективности является *оценка потенциала энергосбережения* как параметра, устанавливающего ограничения для инициации энергоинфраструктурных проектов по критерию технологически обоснованного и реально возможного объема сокращения затрат энергоресурсов в результате их реализации.

В зависимости от теоретически и практически достижимых уровней эффективности энергопользования в современной литературе предлагается рассматривать три типа потенциалов энергосбережения: технический (технологический), экономический и рыночный [26]. При оценке технического потенциала предполагается возможность мгновенной замены всего оборудования на лучшие образцы с минимальным удельным расходом. Таким образом, определяется гипотетический максимум энергосбережения на основании реально существующей практики. Экономический потенциал – это часть технического потенциала, которая экономически выгодна при использовании общественных критериев принятия инвестиционных решений. Рыночный потенциал – часть эко-

номического потенциала, привлекательная для реализации частными субъектами энергосбережения при данных рыночных условиях.

В данной работе рассматривается технологический потенциал энергосбережения на основании удельных показателей расхода физических объемов энергии на единицу выпускаемой продукции (услуги). Потенциал повышения энергоэффективности может быть оценен путем сравнения текущих показателей энергоемкости процессов с показателями, реально достигнутыми на других территориях (предприятиях). Такое сравнение может быть проведено на основании нескольких видов «эталонных» показателей [26]:

- теоретический минимум – минимально возможное удельное энергопотребление в соответствии с законами термодинамики;

- практический минимум – лучшие достигнутые на практике показатели, в рамках коммерчески эффективных технологий;

- средние показатели – средние показатели удельного энергопотребления других предприятий данной отрасли в Украине;

- лучшие показатели предприятия – наилучшие показатели удельного энергопотребления анализируемого предприятия.

Исходной статистической базой исследования являются данные об энергоемкости различных предприятий определенной отрасли.

Расчет *потенциала энергосбережения* для предприятия производится по формуле [193]

$$\Delta = \sum (e - \tilde{e}) \times q, \quad (5.51)$$

где e – удельный расход энергии т у.т. на производство единицы продукции на предприятии;

\tilde{e} – «эталонный» показатель удельного расхода энергии (т у.т. на единицу продукции);

q – физический объем выпуска продукции на предприятии.

Для оценки потенциала снижения энергоемкости предприятия целесообразно использовать два типа «эталонов»: средние показатели удельного энергопотребления других предприятий данной отрасли в Украине и наилучшие показатели удельного энергопотребления анализируемого предприятия.

Набор показателей, включаемых в систему оценки энергоэффективности, для каждого предприятия необходимо уточнять, принимая во внимание энергоемкость продукции, масштабы производства, а также особенности энергоинфраструктуры и технологических процессов, допускающие или жестко регламентирующие применение альтернативных энергоносителей. В то же время необходимо учитывать общие для энергоинфраструктуры проблемы энергоэффективности, а именно: низкую загрузку электродвигателей по мощности, недостаточное развитие электротермии, низкую экономичность осветительных приборов, значительные потери тепловой энергии во вспомогательных процессах (особенно в отоплении), высокий физический и моральный износ сетевого хозяйства и оборудования и неэффективное использование вторичных ресурсов. Эти вопросы нашли отражение в соответствующих показателях энергоэффективности, рассмотренных выше.

Приведенные показатели предлагается использовать в качестве базы системы показателей, в которую в зависимости от обстоятельств можно включать дополнительные частные критерии энергоэффективности, связанные с другими аспектами деятельности.

Второй составляющей эффективности энергоинфраструктуры предприятия является **энергетическая безопасность**. Согласно [72] энергетическая безопасность – это состояние защищенности предприятия от угрозы дефицита энергии в обеспечении экономически доступными топливно-энергетическими ресурсами приемлемого качества в условиях нормального функционирования и при чрезвычайных обстоятельствах, включая нарушение стабильного топливо- и энергоснабжения.

Под **энергетической безопасностью энергоинфраструктуры** предприятия следует понимать состояние полного удовлетворения энергетических потребностей предприятия при условии наиболее эффективного использования его ресурсов.

Центральной проблемой в измерении уровня энергобезопасности энергетической инфраструктуры является согласование внешнего и внутреннего аспектов. Возможны ситуации, когда региональные или экономические внешние интересы могут находиться в противоречии с внутренними интересами конкретного предприятия. Разрешение этого противоречия предполагает максимальное согласование указанных аспектов. Приоритет во всех случаях должен быть отдан внешней энергобезопасности, но при соответствующей компенсации возможного «ущерба» для внутренних параметров. Решение этой задачи в общей постановке лежит в области разработки механизма согласования интересов предприятия с внешними интересами. Важнейшая часть этого механизма – система измерения уровня энергобезопасности.

Для оценки энергетической безопасности энергоинфраструктуры предприятия предлагается использовать *метод индикативного анализа* [20, 153, 257]. Данный метод позволяет не только оценить уровень энергетической безопасности конкретной энергоинфраструктуры, но и отслеживать

его изменение по направлениям воздействия отдельных угроз, что способствует целенаправленности в инициации проектов. Метод может быть легко скорректирован и адаптирован для оценки энергобезопасности с учетом отраслевой, технологической и прочей специфики исследуемой энергоинфраструктуры предприятия.

В соответствии с индикативным методом анализа сущность оценки реализуется в системе индикаторов. *Индикатор энергетической безопасности* – это показатель состояния внешней и внутренней среды энергоинфраструктуры предприятия, значение которого отражает степень действия определенной угрозы на энергетическую безопасность [257].

В связи с этим предлагаемая система оценки уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры включает **два контура**, отражающие состояние внешней и внутренних сред. Все индикаторы являются показателями «убывающего» типа, т. е. уменьшение значения индикативного показателя ведет к ухудшению состояния энергетической безопасности, а соответственно, к снижению эффективности энергоинфраструктуры в целом. Для расчета ряда индикаторов целесообразно использовать средние значения некоторых величин за определенный расчетный период для учета изменений этих показателей во времени.

Показатели первого контура отражают состояние внешней среды энергоинфраструктуры и включают:

1. *Состояние энергетического баланса региона*, который характеризует степень обеспеченности конкретного региона местной генерацией и рассчитывается по видам энергоресурсов и энергоносителей:

$$I_1 = \frac{\overline{V_{np}}}{V_{нотр}} 100\%, \quad (5.52)$$

где $\overline{V_{np}}$ – средний объем производства энергоресурсов и энергоносителей в регионе за расчетный период, тыс. т у.т.;

$\overline{V_{номр}}$ – средний объем потребления энергоресурсов и энергоносителей в регионе за расчетный период, тыс. т у.т.

2. *Степень износа основных фондов предприятий энергосистемы* характеризуется коэффициентом годности:

$$I_2 = 100\% - K_u, \quad (5.53)$$

где K_u – коэффициент износа основных фондов предприятий энергосистемы, %.

3. *Степень сбалансированности цен на рынке* отражает значимость влияния ценового фактора на энергетическую безопасность энергоинфраструктуры предприятия, рассчитывается по каждому виду энергоресурса:

$$I_3 = \frac{\overline{V_{ц}^{prod}}}{\overline{I_{ц}^{эн.рес}}} 100\%, \quad (5.54)$$

где $\overline{V_{ц}^{prod}}$ – средний индекс цен на продукцию предприятия за расчетный период;

$\overline{I_{ц}^{эн.рес}}$ – средний индекс цен на энергоресурс за расчетный период.

4. *Доля энергетических ресурсов, производимых с использованием возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов в общем объеме энергетических ресурсов, производимых в регионе за расчетный период:*

$$I_4 = \frac{V_8}{V_{общ}}, \quad (5.55)$$

где V_8 – объем энергетических ресурсов, производимых с использованием возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов за расчетный период, тыс. т у.т.;

$V_{общ}$ – общий объем энергетических ресурсов, производимых в регионе за расчетный период, тыс. т у.т.

5. *Энергонезависимость* характеризует степень самообеспеченности конкретного региона местной генерацией

$$I_5 = \frac{\overline{V_{np}}}{\overline{V_{экс}}} 100\%, \quad (5.56)$$

где $\overline{V_{экс}}$ – средний объем экспортируемых энергоресурсов и энергоносителей в регионе за расчетный период, тыс. т у.т.

6. *Степень надежности энергоснабжения* предприятия определяется надежностью работы энергосистем региона

$$I_6 = \left(1 - \frac{\overline{V_{огр}}}{\overline{V_{номр}}} \right) \times 100\%, \quad (5.57)$$

где $\overline{V_{огр}}$ – средний объем ограничений энергоснабжения, т. е. суммарная недоотпущенная энергия за период.

Показатели второго контура отражают характеристики внутренних факторов энергетической безопасности энергоинфраструктуры предприятия.

1. *Достаточность* – сумма плановых и прогнозных энергоресурсов в сопоставлении с потребностями предприятия:

$$I_7 = (\overline{V_{пл}} + \overline{V_{прогн}}) / \overline{V_{номр}}, \quad (5.58)$$

где $\overline{V_{пл}}$, $\overline{V_{прогн}}$ – плановые и прогнозные объемы энергоресурсов, пересчитанные через теоретические эквиваленты в единые единицы измерения;

$\overline{V_{номр}}$ – потребность предприятия в энергоресурсах на плановый период.

2. Доля собственной генерации и использование вторичных энергетических источников в общем энергопотреблении предприятия:

$$I_8 = \frac{V_{ген} + V_{вэр}}{V_{общ}^{год}} 100\%, \quad (5.59)$$

где $V_{ген}$ – объем потребленной энергии от собственной генерации за год, тыс. т у.т.;

$V_{вэр}$ – объем потребленной энергии, полученной за счет использования ВЭР за год, тыс. т у.т.;

$V_{общ}^{год}$ – суммарный объем потребленной за год энергии, тыс. т у.т.

3. Индикатор, отражающий влияние доли энергетической составляющей в себестоимости продукции на энергетическую безопасность энергоинфраструктуры:

$$I_9 = \left(1 - \frac{З_{эн}}{З_{общ}} \right) \times 100\%, \quad (5.60)$$

где $З_{эн}$ – сумма затрат предприятия на энергоресурсы и энергоносители в год, тыс. грн.;

$З_{общ}$ – сумма затрат на производство продукции в год, тыс. грн.

4. Индикатор, отражающий влияние удельной энергоемкости продукции предприятия на энергетическую безопасность энергоинфраструктуры:

$$I_{10} = \frac{\omega_{баз}}{\omega} 100\%, \quad (5.61)$$

где $\omega_{баз}$ – базовый показатель удельной энергоемкости продукции, т у.т./шт.;

ω – показатель удельной энергоемкости продукции анализируемого предприятия за год, т у.т./шт.

В качестве базового показателя можно принять средний показатель по отрасли либо показатель энергоемкости продукции предприятия до реализации энергоинфраструктурных проектов, изменяющих значение индикаторов энергетической безопасности энергоинфраструктуры.

5. Индикатор, отражающий влияние энергоэкономического уровня производства как эффективности использования энергоресурсов и энергоносителей на предприятии на энергетическую безопасность энергоинфраструктуры:

$$I_{11} = \frac{\mathcal{E}_{yn}}{\mathcal{E}_{баз}} 100\%, \quad (5.62)$$

где \mathcal{E}_{yn} – показатель энергоэкономического уровня производства анализируемого предприятия;

$\mathcal{E}_{баз}$ – базовый показатель энергоэкономического уровня производства.

6. Индикатор структуры энергопотребления характеризует степень несовпадения графиков нагрузки энергосистемы и энергоинфраструктуры предприятия.

В основе этого показателя лежит неравномерность потребления энергии энергооборудованием предприятия в течение определенного периода времени (в большей степени это касается электроэнергии). Это связано, прежде всего, с технологическим процессом, а также с отраслевыми особенностями работы предприятия:

$$I_{12} = \left(1 - \frac{N^{\max}}{N} \right) \times 100\%, \quad (5.63)$$

где N^{\max} – нагрузка, участвующая в максимуме энергосистемы;

N – суммарная нагрузка энергоинфраструктуры за период.

7. Эффективность системы управления энергоинфраструктурой оценивается показателем рентабельности, кото-

рый рассчитывается путем сопоставления экономического эффекта деятельности менеджмента \mathcal{E}_3 в виде экономии затрат при более рациональном использовании энергоресурсов и энергоносителей и расходов \mathcal{Z}_3 на осуществление энергоинфраструктурных проектов:

$$I_{13} = \frac{\mathcal{E}_3}{\mathcal{Z}_3} 100\%. \quad (5.64)$$

8. *Инвестиционный потенциал предприятия* определяется с помощью группы индикаторов, оценивающих способность предприятия одновременно обеспечивать текущую деятельность и финансировать стратегическое развитие энергоинфраструктуры:

– индикатор финансовой независимости характеризует зависимость предприятия от внешних займов:

$$I_{14} = \frac{K_{cob}}{A}, \quad (5.65)$$

где K_{cob} – собственный капитал, тыс. грн.;

A – активы предприятия, тыс. грн.;

– рентабельность производства показывает эффективность производственной деятельности предприятия:

$$I_{15} = \frac{\Pi}{\mathcal{Z}}, \quad (5.66)$$

где Π – чистая прибыль предприятия за год, тыс. грн.;

\mathcal{Z} – затраты на производство и реализацию продукции за год, тыс. грн.;

– коэффициент устойчивости экономического роста показывает, какими темпами увеличивается собственный капитал за счет экономической деятельности:

$$I_{16} = \frac{\Pi - D}{K_{cob}}, \quad (5.67)$$

где D – дивиденды, выплаченные акционерам, тыс. грн.

По значениям этих показателей можно судить о степени энергетической безопасности энергоинфраструктуры предприятия, выявлять источники и причины возникновения угроз и инициировать энергоинфраструктурные проекты, направленные на их устранение.

5.2 Формирование механизмов инициации энергоинфраструктурных проектов

Толчком к инициации того или иного энергоинфраструктурного проекта служат выявленные в результате многофакторного анализа текущего состояния энергетики предприятия факты неэффективного ее функционирования и управления. Расчеты отдельно взятых показателей энергоэффективности и энергобезопасности недостаточно для обоснованного принятия решения в отношении проектной инициации. Необходимо создать систему оценки эффективности энергоинфраструктуры, базирующуюся на методах сравнительного анализа параметров энергопотребления по временным либо техническим параметрам, а также многофакторного анализа его надежности.

Система оценки эффективности энергоинфраструктуры, по сути, представляет собой модели и механизмы оценки процессов энергопотребления, способствующие выявлению резервов повышения его эффективности, т.е. инициированию энергоинфраструктурных проектов.

Такая оценка представляет собой регулярное получение информации об уровне и динамике показателей энергоэффективности и энергобезопасности в отдельных подразделениях и предприятии в целом. Основными ее задачами являются создание и периодическое обновление информационной базы для принятия решений по инициации проектов повышения эффективности и надежности энергопотребления на предприятии.

Система оценки состоит из двух подсистем: мониторинга энергоэффективности (энергомониторинга) и оценки уровня энергобезопасности (надежности). Обе подсистемы взаимосвязаны, хотя существенно различаются методиками, методами и средствами проведения измерений.

Из практики известно несколько видов энергомониторинга, эксплуатируемых на предприятиях, которые различаются по сложности и объему используемой информации [138, 241]:

- ежемесячные счета от энергоснабжающих организаций;
- сверка счетов с показаниями счетчиков, имеющихся на предприятии;
- сопоставление показаний счетчиков с выходом продукции предприятия для определения удельных значений энергопотребления;
- еженедельный мониторинг, основанный на показаниях локальных счетчиков в подразделениях и на энергоемком оборудовании.

Наиболее информативной является система мониторинга, основанная на анализе системы показателей энергоэффективности. Она позволяет управлять энергопользованием, контролировать затраты на энергоресурсы, отслеживать качество технологических и управленческих процессов энергопотребления, выявлять факторы негативного воздействия, снижающие эффективность этих процессов, определять потенциальные направления развития и инициировать энергоинфраструктурные проекты. Система энергомониторинга включает следующие основные элементы:

- оценку уровня энергопотребления с использованием локальных счетчиков предприятия, с тем чтобы определять энергопотребление каждого подразделения или участка, а также наиболее энергоемких объектов;
- установление зависимости между энергопотреблением и объемом выпускаемой продукции;

- организацию регулярной системы отчетности с оценкой эффективности энергопотребления по четырехконтурной системе показателей;

- установление причин неэффективного энергопользования;

- определение потенциальных резервов повышения эффективности энергопотребления (снижения удельных расходов энергоресурсов).

Информация, получаемая с помощью энергомониторинга, позволяет в реальном режиме времени осуществлять информационное обеспечение следующих основных управленческих задач:

- принимать оперативные решения по управлению энергопотреблением, а также определять уровень использования энергоресурсов и энергетических мощностей потребительских установок, оптимальность режимных характеристик энергопотребления;

- прогнозировать спрос на электрическую и тепловую энергию с периодической корректировкой прежних прогнозных оценок;

- определять резервы повышения энергоэффективности;

- формировать проектные инициативы по рационализации энергопотребления и повышению эффективности отдельных видов энергооборудования.

Преимуществами предлагаемой системы мониторинга являются:

- контроль за использованием энергоресурсов, осознание размера реальных затрат на энергоресурсы, проявление большей заинтересованности в удельной экономии их использования;

- надежная информация о стоимости энергоресурсов, которая помогает принимать решения по финансовым потокам и рассчитывать бюджет предприятия;

➤ снижение удельных затрат на энергоресурсы в среднем на 10% (в некоторых случаях – до 25%) за счет улучшения контроля за использованием энергоресурсов без существенных капитальных вложений;

➤ активное выявление мест неэффективного использования энергоресурсов и расчет потенциальной экономии от внедрения энергоинфраструктурных проектов;

➤ более точная оценка объема и стоимости снижения затрат на энергоресурсы, получаемых при реализации энергоинфраструктурных проектов.

Для успешного функционирования системы энергомониторинга на предприятии необходимы следующие условия: наличие системы учета потребления энергоресурсов; наличие системы нормирования расхода энергоресурсов; наличие отчетности по выпуску продукции (работ, услуг); наличие временных и технико-технологических параметров производственных процессов.

В качестве положительного итога использования такого вида мониторинга можно принять совокупность таких результатов как: прекращение расточительного использования энергии; уменьшение зависимости предприятия от изменения стоимости энергоресурсов; снижение энергетической составляющей в себестоимости готовой продукции; повышение конкурентоспособности продукции (работ, услуг).

В системе энергомониторинга анализ является важнейшим элементом, на котором замыкается внутренний цикл управления энергопотреблением. Действенность этого элемента обеспечивается его надлежащей ориентацией на поиск, оценку и учет резервов повышения энергоэффективности энергоинфраструктуры. Реализация этих функций может быть обеспечена только в том случае, если понимать анализ не как единовременный периодический акт – преимущественно последующий, а как постоянно выполняемую систему

процедур в динамическом взаимодействии со всеми элементами системы управления развитием энергоинфраструктуры.

Цель анализа заключается в определении различных резервов повышения энергоэффективности и на этой основе – формировании энергоинфраструктурных проектных инициатив. Отсутствие резервов, по сути, означает исчерпание источников прогрессивного развития как энергоинфраструктуры, так и предприятия в целом. Поэтому резервы энергоэффективности производства целесообразно определять как потенциальные возможности повышения эффективности предприятия. В системе управления необходим инструмент, позволяющий наилучшим образом реализовать эту цель.

Определим этапы его выработки:

1. Получить общий, интегрированный измеритель энергоэффективности.
2. Обеспечить анализ динамики показателей энергоэффективности.
3. Установить связь между энергоэффективностью и финансовым состоянием (оценить и измерить влияние изменения энергоэффективности на прибыльность).
4. Определить наиболее важные области действующих резервов.
5. Инициировать наиболее актуальные проектные предложения.

В соответствии с характером задач, решаемых предприятием в процессе энергомониторинга, систему показателей энергоэффективности можно подразделить на отдельные группы (табл. 5.5).

Анализируя данные таблицы, можно выделить несколько показателей, которые имеют универсальный характер, так как наиболее часто используются одновременно для выявления разных проблем, а именно: режимы энергопотребления, уровень электрификации, удельные расходы энер-

гии различных видов; потеря энергии; использование энергопомощностей.

Таблица 5.5 – Структуризация системы показателей энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятия

Задачи, решаемые в процессе энергомониторинга	Показатели энергоэффективности предприятия
1. Прогнозирование потребностей в энергии	Электроемкость и теплоемкость продукции; годовое число использования максимумов электрической и тепловой нагрузок; удельные расходы электроэнергии и тепла на производство энергоемких видов продукции
2. Общая оценка результатов управления энергоэффективностью энергоинфраструктуры	Экономический критериальный показатель; энергоэкономический уровень производства; удельная энергоемкость продукции; коэффициент полезного использования энергоносителей; потеря энергии; коэффициент электрификации, электротопливный, теплоэлектрический коэффициенты, показатели, характеризующие эффективность использования отдельных видов энергоресурсов
3. Оценка эффективности технических процессов и функционирования объектов энергоинфраструктуры предприятия, в том числе: - управление нагрузкой предприятия; - повышение энергоэффективности основного оборудования; - рационализация энергопотребления в основном и вспомогательном производстве	Характеристики режимов энергопотребления; показатель эффективности передачи энергии; потеря энергии; коэффициент загрузки электродвигателей; коэффициент электрификации высокотемпературных процессов; функциональная структура энергопотребления; удельные расходы электро- и теплоэнергии на производство продукции; обеспеченность энергоресурсами; КПД; расход электроэнергии на 1 час работы оборудования; коэффициенты экстенсивного и интенсивного использования оборудования; коэффициент износа; коэффициент эффективного использования установленной мощности; коэффициент резерва; показатели эффективности осветительных приборов; удельные расходы энергии на производство сжатого воздуха и кислорода; коэффициент использования низкотемпературного тепла
Оценка резервов снижения объемов потребления	Потенциал энергосбережения

Очевидно, что проектные инициативы, направленные на улучшение данных групп показателей, являются наиболее приоритетными с точки зрения повышения эффективности энергопотребления предприятия. Использование показателей энергоэффективности в принятии инициативных решений должно производиться по двум основным направлениям:

- определение резервов рационализации и повышения эффективности энергопотребления и формирование проектных инициатив по их реализации [204, 217, 218, 229];

- систематический контроль за осуществлением энергоинфраструктурных проектов и оценка их результативности.

Анализ показателей энергоэффективности позволяет провести диагностику энергоинфраструктуры предприятия в целом и отдельных энергообъектов, охарактеризовать тенденции и специфику развития производства, определить потенциал повышения эффективности использования энергоресурсов и в результате определить перечень наиболее результативных проектных инициатив.

Для выделения объекта анализа необходимо вернуться к энергоэффективности функционирования энергоинфраструктуры как процессу, соответствующему во времени жизненному циклу предприятия.

Основной вывод заключается в том, что энергоэффективность на стадии эксплуатации предприятия определяется в большей степени качеством предэксплуатационных стадий жизненного цикла предприятия. Этот вывод сделан исходя из того, что, во-первых, базовый уровень энергоэффективности в виде усредненного значения возможного интервала закладывается на стадии проектных решений; во-вторых, качество изготовления оборудования оказывает существенное влияние на время выхода на проектные показатели энергоэффективности и их стабильность в процессе дальнейшей эксплуатации; в-третьих, качество строительства и монтажа оборудования влияет на предшествующие факторы.

Предэксплуатационные факторы формирования энергоэффективности по отношению к этапу эксплуатации систем энергоинфраструктуры на действующем предприятии целесообразно рассматривать как внешние, в виде заданных ограничений. Вопрос состоит в том, насколько полно реализуется потенциальная энергоэффективность в процессе эксплуатации, возможный интервал которой определяется ограничениями. Очевидно, что степень приближения к верхней границе интервала потенциальной энергоэффективности полностью зависит от степени реализации внутренних резервов. Энергоэффективность при данных условиях функционирования – это переменная зависящая от многих факторов, и прежде всего от качества системы управления энергоинфраструктурой. Логика выделения объекта анализа представлена на рисунке 5.5 и соответствует изложенному подходу к процессу формирования энергоэффективности.

Области существования резервов на стадии нормальной эксплуатации могут быть представлены любым другим образом в зависимости от изучаемого среза. В предлагаемой далее методике анализа области существования резервов соответствует иерархия элементов, формирующих прибыль предприятия.

Объектом анализа является энергоэффективность энергоинфраструктуры предприятия на стадии его нормальной эксплуатации.

Общее изменение прибыли на предприятии обусловлено влиянием двух больших групп факторов, получаемых из соотношения [32]:

$$P = ОП - З, \quad (5.68)$$

где P – прибыль предприятия, грн.;

$ОП$ – объем реализованной продукции, грн.;

$З$ – издержки производства на этот объем продукции (в том числе на энергоресурсы), грн.



Рисунок 5.5 – Логика классификации резервов для выделения объекта анализа

Отсюда следует, что анализ себестоимости продукции является одним из срезов анализа энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятия. Абсолютная сумма экономии или перерасхода по энергоресурсам определяется по каждой статье калькуляции разностью между плановыми и фактическими затратами, пересчитанными на фактический выпуск готовой продукции следующим образом: *ОП*

$$\Delta I = I_f - I_{pl} \cdot \frac{ОП_f}{ОП_{pl}}, \quad (5.69)$$

где ΔI – экономия (-) или перерасход (+) затрат на выпущенную продукцию, грн.;

I_f – фактические затраты, грн.;

I_{pl} – плановые затраты, грн.;

$ОП_f$ – фактический выпуск готовой продукции;

$ОП_{pl}$ – плановый выпуск готовой продукции.

Далее таким же образом по каждой статье калькуляции определяется средний показатель отклонения фактических издержек по данной статье относительно плановых по средней арифметической за весь период анализа.

В целом энергомониторинг базируется на выявлении отклонений значений фактических технико-экономических показателей от нормативных или плановых, а также позволяет определять сумму экономии либо перерасхода энергоресурсов.

В свою очередь, диагностирование энергобезопасности является разновидностью многокритериального анализа, но имеет свои особенности. В процессе оценки требуется перейти от количественной оценки многих индикаторов к качественной. При определении пороговых значений индикаторов возникает неопределенность в четком установлении границы между высоким, средним и низким уровнем значения показателя. Предлагаемый метод базируется на методе комплексного финансового анализа, предложенном А. О. Недосекиным [141] и предполагает введение нечетких описаний, которые способствуют в данных условиях классификации и определению степени энергетической безопасности энергоинфраструктуры предприятия.

В связи с этим предлагается ввести лингвистическое множество состояний энергетической безопасности энергоинфраструктуры предприятия $E = [0; 1]$, которое разбито на

десять подмножеств с соответствующим значением уровня безопасности (табл. 5.6). Такое разбиение позволяет избежать категоричности в интерпретации получаемых результатов.

Для осуществления оценки должны быть определены пороговые значения каждого индикатора, т.е. такие значения, достижение или превышение которых рассматривается как переход по данному индикатору в качественно новую область энергетической безопасности.

Таблица 5.6 – Подмножества состояний энергетической безопасности энергоинфраструктуры предприятия

Интервал значений E	Обозначение	Наименование подмножеств
$\varepsilon \in [0;0,1[$	E_1	Состояние «кризисное чрезвычайное»
$\varepsilon \in [0,1;0,2[$	E_2	Состояние «кризисное критическое»
$\varepsilon \in [0,2;0,3[$	E_3	Состояние «кризисное угрожающее»
$\varepsilon \in [0,3;0,4[$	E_4	Состояние «кризисное нестабильное»
$\varepsilon \in [0,3;0,4[$	E_5	Состояние «предкризисное критическое»
$\varepsilon \in [0,4;0,5[$	E_6	Состояние «предкризисное развивающееся»
$\varepsilon \in [0,5;0,6[$	E_7	Состояние «предкризисное начальное»
$\varepsilon \in [0,6;0,7[$	E_8	Состояние «угрожающее»
$\varepsilon \in [0,7;0,8[$	E_9	Состояние «нормальное»
$\varepsilon \in [0,8;1[$	E_{10}	Состояние «благополучное»

Предложенные индикаторы образуют множество $I = \{I_i\}$. Причем все показатели обладают равной значимостью для оценки уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры предприятия. Рост отдельного показателя сопряжен с ростом энергетической безопасности. Для каждого значения показателя I_i существует множество значений B_i , разбиваемое на пять подмножеств (табл. 5.7).

Построим классификацию текущих значений индикаторов для разбиения полного множества их значений на подмножества вида B (табл. 5.7).

Таблица 5.7 – Значения показателя I_i

B_{i_1}	«Предельный уровень» значения показателя
B_{i_2}	«Очень низкий уровень» значения показателя
B_{i_3}	«Низкий уровень» значения показателя
B_{i_4}	«Средний уровень» значения показателя
B_{i_5}	«Высокий уровень» значения показателя

В общем виде классификация значений индикаторов энергобезопасности I_i представлена в таблице 5.8. При этом $\lambda_{ij}=1$, если $I_{ij} \in \{B_{ij}\}$, и $\lambda_{ij}=0$, когда значение I_{ij} не попадает в выбранный диапазон классификации.

Таблица 5.8 – Пороговые значения индикаторов энергобезопасности энергоинфраструктуры предприятия

Инди- катор	Критерий разбиения на подмножества				
	B_{i_1}	B_{i_2}	B_{i_3}	B_{i_4}	B_{i_5}
I_1	<40%	[40%;60%[	[60%;80%[	[80%;100%[	$\geq 100\%$
I_2	<40%	[40%;55%[	[55%;70%[	[70%;85%[	$\geq 85\%$
I_3	<80%	[80%;90%[	[90%;95%[	[95%;100%[	$\geq 100\%$
I_4	<95%	[95%;97%[	[97%;99%[	[99%;99,5%[	$\geq 99,5\%$
I_5	<70%	[70%;85%[	[85%;89%[	[89%;92%[	$\geq 92\%$
I_6	<80%	[80%;90%[	[90%;95%[	[95%;100%[	$\geq 100\%$
I_7	<90%	[90%;93%[	[93%;97%[	[97%;99%[	$\geq 99\%$
I_8	<10%	[10%;15%[	[15%;20%[	[20%;25%[	$\geq 25\%$
I_9	<40%	[40%;55%[	[55%;70%[	[70%;85%[	$\geq 85\%$
I_{10}	<80%	[80%;90%[	[90%;95%[	[95%;100%[	$\geq 100\%$
I_{11}	<95%	[95%;97%[	[97%;99%[	[99%;99,5%[	$\geq 99,5\%$
I_{12}	<40%	[40%;55%[	[55%;70%[	[70%;85%[	$\geq 85\%$
I_{13}	<80%	[80%;90%[	[90%;95%[	[95%;100%[	$\geq 100\%$
I_{14}	<60%	[60%;70%[	[70%;80%[	[80%;95%[	$\geq 95\%$
I_{15}	<10%	[10%;15%[	[15%;20%[	[20%;25%[	$\geq 25\%$
I_{16}	<40%	[40%;55%[	[55%;70%[	[70%;85%[	$\geq 85\%$

Модель оценки степени энергобезопасности энергоинфраструктуры предприятия выглядит следующим образом:

$$E = \sum_{j=1}^{10} \varepsilon_j \sum_{i=1}^{16} \frac{\lambda_{ij}}{16}, \quad (5.70)$$

где

$$\varepsilon_j = 0,9 - 0,1(j-1). \quad (5.71)$$

Полученное значение энергобезопасности классифицируется на основании таблицы 5.9.

Таблица 5.9 – Классификация значений индикаторов энергобезопасности энергоинфраструктуры предприятия

Индикатор	Результат классификации по подмножествам				
	B_{i_1}	B_{i_2}	B_{i_3}	B_{i_4}	B_{i_5}
I_1	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	λ_{15}
...
I_i	λ_{i1}	λ_{i2}	λ_{i3}	λ_{i4}	λ_{i5}
...
I_{16}	λ_{131}	λ_{132}	λ_{133}	λ_{134}	λ_{135}

Таким образом, в результате использования данного метода можно не только определить уровень энергобезопасности энергоинфраструктуры предприятия, но и выявить степень действия отдельных угроз энергобезопасности. При ранжировании этих угроз по степени проявления определяются проблемные зоны окружающей среды и уязвимые стороны самой энергоинфраструктуры предприятия. На основании полученной информации формируются проектные инициативы по нейтрализации или устранению этих угроз, и реализация таких инициатив приводит к повышению эффективности энергоинфраструктуры предприятия.

Представленные системы энергомониторинга и мониторинга уровня энергетической безопасности составляют ос-

нову комплексного энергоресурсаудита, т.е. механизма формирования исходного множества (пула) проектных энергоинфраструктурных инициатив, которые потенциально впоследствии могут быть спланированы и приняты к реализации. Таким образом, на данном этапе осуществляется отбор жизнеспособных проектных инициатив без учета финансовых и иных ограничений.

Целесообразно данный процесс представить в виде трехшаговой структуры:

1. По результатам энергоресурсаудита (энергомониторинга и оценки уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры) конкретизируются цели стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия, формируется комплекс проектных инициатив в виде перечня рекомендаций [217, 218].

2. Проектная идея прорабатывается укрупненно для получения оценки того, насколько она удовлетворяет целям стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия.

3. После согласования и утверждения проектной идеи производятся технологические, экономические и иные расчеты (в форме ТЭО), целью которых является оценка того, насколько эффекты от реализации данной идеи соответствуют вложениям в ее реализацию.

На основании полученных данных формируется пул энергоинфраструктурных проектов, потенциально интересных для реализации в составе портфеля.

Необходимо отметить, что технико-экономическое обоснование энергоинфраструктурного проекта может осуществляться как без учета возможностей по финансированию проекта (когда принимается, что проект будет финансироваться за счет собственных средств), т.е. рассматриваются альтернативы с точки зрения технологических и организационных вариантов реализации данного проекта, выбирается оптимальный вариант и для него рассчитывается экономиче-

ская эффективность, так и с учетом альтернативных вариантов его финансирования (связанное кредитование, проектное финансирование и т.д.), где учитывается различная стоимость денег, привлекаемых из различных источников.

Механизм организации и проведения самого энергоресурсоаудита основывается на комплексном подходе и включает ряд последовательных этапов:

Этап 1 (первичный энергоресурсоаудит):

1. Сбор общей документальной информации:

- по годовому за базовый и текущий период потреблению и распределению энергоресурсов;
- по используемому оборудованию, его технологическим характеристикам, продолжительности и режимах эксплуатации, техническом состоянии;
- общим схемам ресурсораспределения и расположения объектов энергоинфраструктуры;
- ознакомлению с имеющейся проектной документацией и проектными показателями эффективности, существующей системой учета энергоресурсов. Осуществляется анализ режимов эксплуатации оборудования систем энергоснабжения и энергопользования, существующих договоров и тарифов на поставку энергоресурсов;
- наличие систем коммерческого и внутреннего учета расхода энергоресурсов.

2. Составление карты потребления ТЭР, определение дефицита мощностей. Ознакомление с состоянием систем снабжения и пользования энергоресурсами:

- электроснабжения, состоящей из трансформаторных подстанций, распределительных сетей, электрооборудования, системы наружного освещения;
- теплоснабжения, состоящей из котельных или теплоэлектроцентрали, генерирующих тепло, магистральных и распределительных теплотрасс, центральных тепловых пунк-

тов с системой приготовления воды для горячего водоснабжения и отопления, разводящих тепловых сетей, индивидуальных тепловых пунктов отдельных зданий, систем отопления внутри зданий, вентиляции и горячего водоснабжения;

➤ водоснабжения, состоящей из водозаборных узлов, системы водоочистки, насосных станций первого и второго подъема, магистральных водоводов и кольцевой системы разводки, систем внутри зданий;

➤ водоотведения с канализационными станциями перекачки и очистными сооружениями;

➤ зданий с их системами электро-, тепло- и водоснабжения;

➤ освещения.

Этап 2 (полный энергоресурсаудит):

1. Сбор дополнительной, необходимой документальной информации по тарифам на закупаемые энергоресурсы, формированию себестоимости энергоресурсов на обследуемом предприятии, режимам эксплуатации оборудования и систем распределения за базовый (предыдущий) и текущий год. Проведение приборных обследований объектов энергоинфраструктуры и режимов эксплуатации.

На первоначальном этапе, когда определены лишь общие направления стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия на основании полученных данных, в первую очередь осуществляется расчет комплексных показателей, представленных в таблице 5.6 данного раздела. При необходимости рассчитываются показатели первого, второго и третьего контуров энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятия, по возможности осуществляются анализ качества энергоресурсов и себестоимости продукции предприятия и оценка потенциала энергосбережения, в результате чего определяются суммы экономии или перерасхода энерго-

ресурсов. Осуществляются анализ показателей энергетической безопасности и оценка ее уровня, выявляются причины, спровоцировавшие неудовлетворительное значение конкретных индикаторов (возможно уточнение по анализу показателей энергоэффективности).

2. Если это возможно, то полученные данные сравниваются с плановыми или нормативными значениями и выявляются несоответствия.

3. Определяются и анализируются причины возникновения выявленных несоответствий с возможным уточнением некоторых дополнительных показателей.

4. В результате этого конкретизируются стратегические цели, подцели и задачи и формируются проектные предложения по их ликвидации.

Вследствие изменения стратегических целей либо отдельных подцелей и задач в рамках адаптивной системы планирования и формирования портфеля осуществляется дополнительный расчет конкретных показателей, отражающих соответствующие изменения.

Этап 3 (формирование множества энергоинфраструктурных проектных инициатив):

1. Согласно предложенному в предыдущих параграфах методу диагностирования энергетической безопасности предприятия ее состояние является удовлетворительным при $\varepsilon \in [0,7; 1]$, что говорит об отсутствии необходимости влияния на данное направление. В остальных случаях, при $\varepsilon \in [0; 0,7]$, требуется дополнительный анализ причин возникновения угроз.

Заметим, что все индикаторы, характеризующие энергетическую безопасность, являются показателями «убывающего» типа, т. е. уменьшение значения индикативного показателя ведет к ухудшению ее состояния, также они обладают

равной значимостью для оценки ее уровня (рост отдельного показателя сопряжен с ростом энергетической безопасности).

Также для каждого значения показателя I_i существует множество значений B_i , разбиваемое на пять подмножеств (табл. 5.8). Таким образом, если состояние какого-либо индикатора описывается значениями B_{i_1} , B_{i_2} и B_{i_3} , то дальнейшему анализу подлежат факторы, спровоцировавшие их неудовлетворительное состояние. В результате выявления угроз формируются проектные инициативы, направленные на их устранение.

2. Каждый контур энергоэффективности энергоинфраструктуры характеризуется перечнем различных показателей. Наиболее существенными являются показатели, имеющие универсальный характер (табл. 5.6), поэтому в первую очередь определяются проектные инициативы, результаты которых положительно влияют на данные показатели. Для приведения значений этих показателей с различными единицами измерения и целевыми характеристиками к сопоставимому виду необходимо осуществить их представление в нормализованном виде путем отношения фактических значений показателей в именованных единицах к их пороговым критическим значениям. Каждому интервалу шкалы присваивается балльная оценка состояния (рис. 5.6): 1 (нормальное (Н)), 2–4 (предкризисное (ПК) с разделением на начальное (ПKN), развивающееся (ПКР) и критическое (ПКК)) и 5–8 (кризисное (К) с делением на нестабильное (KN), угрожающее (КУ), критическое (KK) и чрезвычайное (КЧ)).

Пороговые значения показателей определяют границу перехода в кризисное состояние, что отображается с помощью шкалы кризисности, которая разделена на интервалы нормального и кризисного состояния с выделением предкризисной зоны. По данной шкале определяется состояние каж-

дого показателя путем сравнения его численного значения со значениями, разделяющими интервалы. Уровни пороговых значений показателей энергоэффективности определяются экспертным путем, они являются индивидуальными для каждого предприятия в связи с отличием норм по энергопотреблению и технологических параметров объектов энергоинфраструктур. Такая оценка удобна для анализа энергоэффективности энергоинфраструктуры, т.к. для принятия решения достаточно знать интервал кризисности, в который попадает показатель, а не его точное значение. После распределения показателей по шкале формируются проектные инициативы, способные повлиять на показатели, характеризующиеся кризисным и предкризисным состоянием.

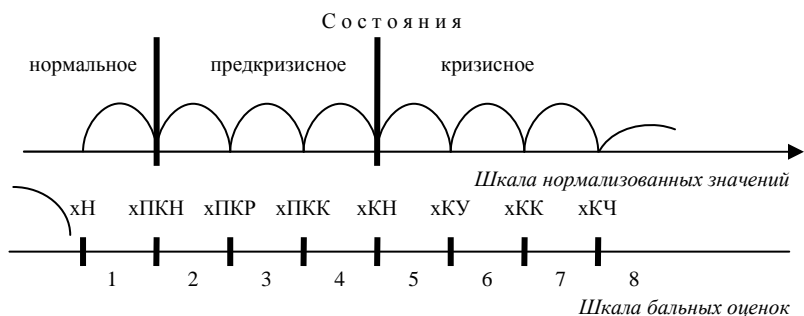


Рисунок 5.6 – Шкала кризисности состояний показателей энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятия

По такому же принципу происходит формирование энергоинфраструктурных проектных предложений по результатам оценки других показателей энергоэффективности. К сожалению, для большинства предприятий не существует возможности влияния на индикаторы качества энергоресурсов, однако обнаружение в результате их оценки негативных отклонений позволяет сформировать дополнительные источники финансирования. Ограничением при формировании, проектных инициатив направленных на сокращение удель-

ных объемов потребления энергоресурсов, является показатель общего потенциала энергосбережения энергоинфраструктуры предприятия.

В данной работе кратко охарактеризованы общие положения механизма проведения энергетических обследований энергоинфраструктуры предприятий; более подробно методология энергоресурсаудита представлена в [244]. Сценарий проведения энергоресурсаудита представлен на рисунке 5.7.

Таким образом, в результате проведения энергетического обследования энергоинфраструктуры предприятия конкретизируются основные стратегические направления ее развития, выявляются главные резервы повышения энергоэффективности и уровня энергобезопасности, вследствие чего формируется комплекс проектных инициатив Π^P , позволяющих планировать и принимать к реализации энергоинфраструктурные проекты.

При вынужденной корректировке либо изменениях стратегических ориентиров иницируется адаптивная технология в рамках адаптивной системы планирования и формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов, и весь алгоритм повторяется заново.

5.3 Методология оценки и антецедентного отбора компонентов в портфель энергоинфраструктурных проектов

Реализация портфеля энергоинфраструктурных проектов осуществляется не только под влиянием внешних воздействий, влекущих за собой изменчивость его характеристик и структуры, а соответственно, необходимость в адаптации систем и техник управления, но и в условиях наличия жестких ресурсных и инвестиционных ограничений.

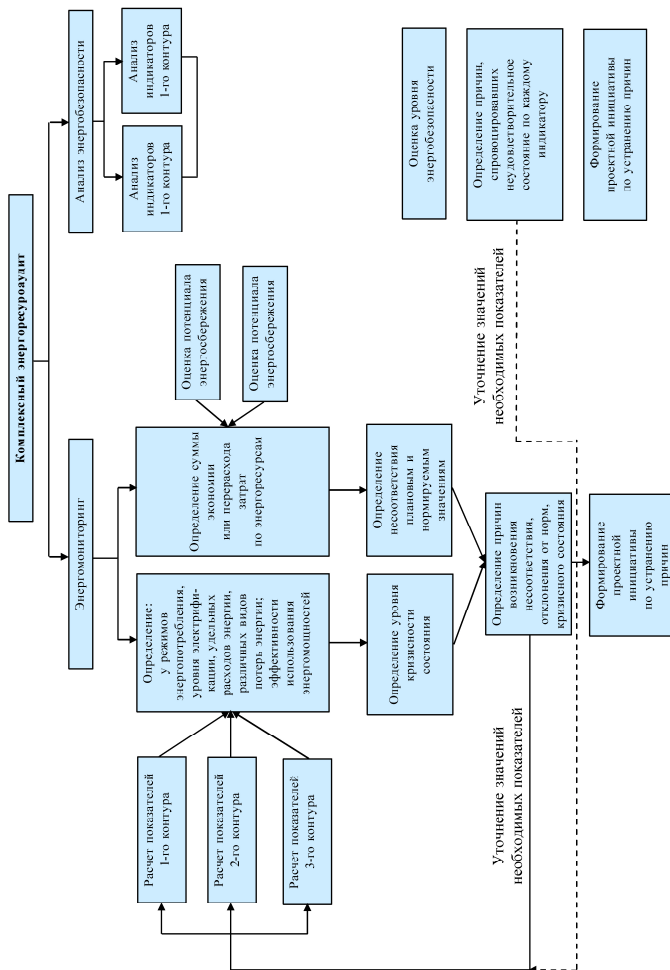


Рисунок 5.7 – Алгоритм проведения энергоресурсаудита

Таким образом, для обеспечения выполнения требования стратегической реализуемости, избежания дублирующих эффектов и устранения риска превышения бюджетных и ресурсных ограничений целесообразно использовать механизм antecedentного отбора компонентов в портфель, предусматривающий несколько последовательных шагов:

1. *На первом шаге* осуществляется категоризация проектных инициатив на обязательные, основные и вспомогательные в результате мониторинга их влияния на конкретные стратегические цели и подцели с помощью разработанной матричной модели, строящейся с применением экспертного метода, детализация которой представлена во втором разделе работы. Также в результате соотнесения проектных инициатив со стратегическими целями могут осуществляться оценка равновлияющих предложений и исключение нецелесообразных. Таким образом, если выявляется факт того, что две проектных инициативы, схожие по классификационным параметрам и основным характеристикам, имеют одинаковый уровень влияния на одну и ту же цель (подцель/задачу), то исключению из дальнейшего рассмотрения подлежит та инициатива, которая требует более высоких затрат на реализацию либо приносит меньший эффект.

2. *На втором шаге* с помощью моделей и методики первоначального отбора энергоинфраструктурных проектных инициатив по критерию соответствия стратегическим целям выявляются проектные инициативы комплексного характера, т.е. направленные на реализацию нескольких стратегических целей и задач, что является необходимым условием в спектре ограниченности финансовых ресурсов у предприятий и трудности привлечения заемных средств для реализации проектной деятельности.

Для решения данной задачи в работе предлагается использовать метод последовательных допущений, который

позволит отобрать проектные инициативы, соответствующие конкретным целям на приемлемом для участников уровне. Основным достоинством данного метода является отсутствие необходимости построения свертки целей, а также взвешивания значимости отдельных целей.

В общем виде на качественном уровне основные стратегические направления развития энергоинфраструктуры можно сформулировать следующим образом:

- повышение надежности энергоинфраструктуры во внешней среде;
- улучшение внутренних параметров энергоэффективности и энергобезопасности энергоинфраструктуры.

Целесообразно проводить анализ на соответствие стратегическим целям проектных инициатив обособленно, по каждому направлению, которые, в свою очередь, детализируются перечнем целей, подцелей и задач, уточненных в результате проведения энергоресурсаудита [213].

Представим одно из направлений стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия S как множество $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, включающее n целей S_x , $x = 1, 2, \dots, n$.

Введем в задачу ранг-функцию g^{Sx} для оценки соответствия проектной инициативы Pi_k , $k = \overline{1, m}$ конкретной цели S_x : $r = g^{Sx}(Pi_k)$. Индекс x , $x = 1, 2, \dots, n$, соответствующий цели S_x , определяет уровень ее важности. Т.е. чем важнее цель, тем меньше натуральное число, соответствующее ее индексу. Очевидно, что в этом случае наиболее значимая цель будет обозначена индексом $x = 1$.

Введем ограничения:

– $g^{Sx}(Pi_k), k = \overline{1, m} : \Pi^P \rightarrow R_1^+$, т. е. $g^{Sx}(Pi_k), k = \overline{1, m}$ – функция, принимающая положительные действительные значения, $\Pi^P = \{Pi_1, Pi_2, \dots, Pi_m\}$ – множество проектных инициатив.

циатив (потенциальных энергоинфраструктурных проектов) предприятия;

$$- \quad \forall S_x, k, g^{S_x}(Pi_k) < g^{S_x}(Pi_l) \Rightarrow Pi_k < Pi_l, k, l = 1, 2, \dots, m,$$

т. е. чем выше ранг проектного предложения, тем более предпочтительным это предложение является. Если $g^{S_x}(Pi_k) = g^{S_x}(Pi_l)$, то $\forall Pi_k \sim Pi_l$, проектные предложения в равной степени предпочтительны.

Тогда процедура отбора наиболее приоритетных проектных инициатив может быть построена следующим образом:

1. Инициативы $Pi_k, k = \overline{1, m}$ ранжируются по убыванию ранга $r = g^{S_1}(Pi_k)$ соответствия цели S_1 .

2. Назначается допущение $\Delta g^{S_1}(Pi_k)$, которое представляет собой максимально допустимое отклонение ранга $g^{S_1}(Pi_k)$ от наивысшего $r^{\max} = \max_k g^{S_1}(Pi_k)$.

3. Отбираются инициативы Pi_k , удовлетворяющие ограничению $r^{\max} - \Delta g^{S_1}(Pi_k) \leq g^{S_1}(Pi_k) \leq r^{\max}$. Полученное множество энергоинфраструктурных проектных инициатив обозначается Π^1 .

4. Энергоинфраструктурные проектные предложения $Pi_k \in \Pi^1$ ранжируются по убыванию ранга $r = g^{S_2}(Pi_k)$ соответствия цели S_2 .

5. Определяется допущение $\Delta g^{S_2}(Pi_k)$, которое представляет собой максимально допустимое отклонение ранга $g^{S_2}(Pi_k)$ от наивысшего $r^{\max} = \max_k g^{S_2}(Pi_k)$.

6. Отбираются инициативы $Pi_k \in \Pi^1$, удовлетворяющие ограничению $r^{\max} - \Delta g^{S_2}(Pi_k) \leq g^{S_2}(Pi_k) \leq r^{\max}$. Полученное множество обозначается Π^2 и т.д.

В результате формируется множество $\Pi^P \equiv \Pi^I$ энергоинфраструктурных проектных инициатив, обладающих приемлемыми рангами соответствия определенному направлению стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия.

На базе предложенного метода разработана методика первичного отбора энергоинфраструктурных проектных инициатив, которая включает ряд этапов. Для наглядности рассмотрим совокупность, состоящую из 10 проектных предложений.

Этап 1. Каждой проектной инициативе ставится в соответствие определенный ранг, отражающий ее потенциал в реализации конкретной стратегической цели. Результаты ранжирования инициатив сводятся в единую таблицу 5.10.

Таблица 5.10 – Результаты оценки соответствия энергоинфраструктурных проектных инициатив стратегическим целям развития энергоинфраструктуры

№	Инициатива	S_1	S_2	S_3
1	Инициатива Pi_1	$g^{S_1}(Pi_1)$	$g^{S_2}(Pi_1)$	$g^{S_3}(Pi_1)$
2	Инициатива Pi_2	$g^{S_1}(Pi_2)$	$g^{S_2}(Pi_2)$	$g^{S_3}(Pi_2)$
...
10	Инициатива Pi_{10}	$g^{S_1}(Pi_{10})$	$g^{S_2}(Pi_{10})$	$g^{S_3}(Pi_{10})$

В таблице 5.10, например, ранг $g^{S_1}(Pi_2)$ представляет собой оценку потенциала проектной инициативы Pi_2 в реализации цели S_1 . Величина ранга соответствия определяется по шкале, представленной в таблице 5.11.

После определения для каждой проектной инициативы рангов соответствия стратегическим целям (табл. 5.12) осуществляется многоцелевой отбор проектных предложений.

Таблица 5.11 – Шкала уровней соответствия проектных инициатив стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия

№	Ранг соответствия	Характеристика ранга соответствия
1	7	Идеальный уровень
2	6	Высокий уровень
3	5	Средний уровень
4	4	Удовлетворительный уровень
5	3	Минимально допустимый уровень
6	2	Инициатива не соответствует цели
7	1	Абсолютно неприемлемый уровень

Таблица 5.12 – Результаты оценки соответствия проектных инициатив цели S_1

№	Проектная инициатива	S_1
1	Инициатива Pi_1	2
2	Инициатива Pi_2	3
3	Инициатива Pi_3	7
4	Инициатива Pi_4	6
5	Инициатива Pi_5	4
6	Инициатива Pi_6	2
7	Инициатива Pi_7	5
8	Инициатива Pi_8	5
9	Инициатива Pi_9	1
10	Инициатива Pi_{10}	5

Этап 2. Проектные инициативы Pi_k упорядочиваются по убыванию ранга соответствия цели S_1 и формируется таблица 5.13.

Таблица 5.13 – Результаты упорядочения проектных инициатив по рангу соответствия цели S_1

№	Проектная инициатива	S_1
3	Инициатива Pi_3	7
4	Инициатива Pi_4	6
7	Инициатива Pi_7	5
8	Инициатива Pi_8	5
10	Инициатива Pi_{10}	5
5	Инициатива Pi_5	4
2	Инициатива Pi_2	3
1	Инициатива Pi_1	2
6	Инициатива Pi_6	2
9	Инициатива Pi_9	1

Этап 3. Назначение допущения, т.е. величины допустимого отклонения ранга проектной инициативы от ранга лучшего соответствия. На практике допущение оценивается минимально допустимым с точки зрения предприятия рангом проектной инициативы, с помощью которой может быть достигнута конкретная стратегическая цель, в данном случае цель S_1 . Например, возможно ограничение первоначальной совокупности проектных инициатив удовлетворительным уровнем соответствия. Тогда в результате отбора инициатив по степени соответствия цели S_1 дальнейшему рассмотрению подвергнутся проектные инициативы, ранги которых удовлетворяют условию: $4 \leq g^{S_1}(Pi_k) \leq 7$. В результате образуется множество Π^1 проектных инициатив, представленное в таблице 5.13.

Таблица 5.13 – Отобранные проектные инициативы по уровню соответствия цели S_1

№	Проектная инициатива	S_1
3	Инициатива Pi_3	7
4	Инициатива Pi_4	6
7	Инициатива Pi_7	5
8	Инициатива Pi_8	5
10	Инициатива Pi_{10}	5
5	Инициатива Pi_5	4

Этап 4. Осуществляется упорядочение отобранных проектных инициатив по уровню соответствия следующей по важности цели S_2 . Например, как представлено в таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Результаты оценки соответствия проектных инициатив цели S_2

№	Проектная инициатива	S_1	S_2
3	Инициатива Pi_3	7	6
4	Инициатива Pi_4	6	4
7	Инициатива Pi_7	5	4
8	Инициатива Pi_8	5	5
10	Инициатива Pi_{10}	5	3
5	Инициатива Pi_5	4	1

После упорядочения проектных инициатив по величине ранга соответствия цели S_2 формируется таблица следующего вида (табл. 5.16).

Таблица 5.16 – Результаты упорядочения проектных инициатив по рангу соответствия цели S_2

№	Проектная инициатива	S_1	S_2
3.	Инициатива Pi_3	7	6
8.	Инициатива Pi_8	5	5
4.	Инициатива Pi_4	6	4
7.	Инициатива Pi_7	5	4
10.	Инициатива Pi_{10}	5	3
5.	Инициатива Pi_5	4	1

Этап 5. Назначается допущение – максимальное отклонение от ранга наилучшего соответствия цели S_2 . Например, до «удовлетворительного уровня». Это значит, что с позиции достижения проектными инициативами стратегической цели S_3 будут рассматриваться инициативы, ранги которых удовлетворяют ограничению $4 \leq g^{S_2}(Pi_k) \leq 7$, $Pi_k \in \Pi^1$. Множество отобранных инициатив на этапе 5 обозначают Π^2 . Проектные инициативы $Pi_k \in \Pi^2$ представлены в таблице 5.17.

Таблица 5.17 – Отобранные проектные инициативы по уровню соответствия цели S_2

№	Проектная инициатива	S_1	S_2
3	Инициатива Pi_3	7	6
8	Инициатива Pi_8	5	5
4	Инициатива Pi_4	6	4
7	Инициатива Pi_7	5	4

Этап 6. Далее осуществляется упорядочение отобранных проектных инициатив по уровню соответствия следующей по важности цели S_3 , как, например, в таблице 5.16.

Этап 7. Назначается допущение – отклонение от ранга наилучшего соответствия проектной инициативы реализации цели S_3 . Например, как и на предыдущих этапах, допустимое отклонение ранга $g^{S_3}(Pi_k)$, $Pi_k \in \Pi^2$ определено на «удовлетворительном уровне», тогда результаты отбора проектных инициатив по соответствию стрем стратегическим целям будут иметь вид (табл. 5.18).

Таблица 5.18 – Результаты оценки соответствия проектных инициатив цели S_3

№	Проектная инициатива	S_1	S_2	S_3
3.	Инициатива Pi_3	7	6	4
8.	Инициатива Pi_8	5	5	4
4.	Инициатива Pi_4	6	4	5
7.	Инициатива Pi_7	5	4	2

Таблица 5.19 – Отобранные проектные инициативы по уровню соответствия цели S_1, S_2, S_3

№	Проектная инициатива	S_1	S_2	S_3
3	Инициатива Pi_3	7	6	4
8	Инициатива Pi_8	5	5	4
4	Инициатива Pi_4	6	4	5

На этом процедура многоцелевого отбора завершается. В результате из исходного множества проектных инициатив отобраны наиболее соответствующие стратегическим целям развития энергоинфраструктуры предприятия.

В случае возникновения необходимости применения структурной адаптации или адаптации объекта, а также при адаптации целей управления и, в некоторых случаях, параметрической адаптации описанная процедура первоначального отбора энергоинфраструктурных проектных инициатив вновь иницируется.

3. *На третьем шаге* по методике технико-экономического обоснования проектных инициатив осуществляется их оценивание: в чистом виде; по требующимся затратам, которое в случае необходимости дополняется стоимостной оценкой; и углубленное оценивание эффективности инвестиций в энергоинфраструктурные инициативы.

Большинство энергоинфраструктурных проектных инициатив связаны либо с установкой дополнительного энергоэффективного оборудования (теплообменники, автоматические регуляторы энергопотребления и т.п.), либо с заменой старого оборудования на новое, менее энергоемкое. К ним также относятся инициативы затратного характера, связанные со строительством и монтажом объектов инженерной инфраструктуры (отопление и вентиляция, водоснабжение, освещение зданий и т.п.).

Для формирования пула энергоинфраструктурных проектных инициатив необходимо провести сравнение технических решений с точки зрения их экономической целесообразности, которая характеризуется системой показателей, отражающих соотношение прогнозируемых затрат и потенциально возможных результатов инициативы применительно к интересам ее участников. Экономическое обоснование представляет собой план финансирования инвестиционной деятельности и многовариантные расчеты соотношения результатов и затрат инвестора, которые ожидаются при реализации потенциального энергоинфраструктурного проекта.

Предлагаемая методика ориентирована на использование методов экономической оценки эффективности инвестиций, базирующихся на современной международной и отечественной практике [209]. В ней содержатся система показателей и методов оценки экономической целесообразности энергоинфраструктурных проектных инициатив, рекомендации по их применению в различных экономических ситуаци-

ях. Отличительная особенность этих расчетов состоит в том, что они позволяют учесть:

- сроки службы и надежность оцениваемого оборудования, что весьма важно при сравнительной оценке вариантов технических решений;

- цену капитала инвестора и изменение ценности денег во времени, что характерно для украинской экономики.

Методика опирается на сложившиеся в мировой практике принципы оценки инвестиций, основными из которых являются:

1. Принцип сопоставления полезных результатов, выраженных в стоимостной форме (доходов, прибыли), с другими альтернативными возможностями вложения инвестиций.

2. Принцип моделирования потоков продукции, ресурсов и денежных средств. Все потоки должны быть привязаны к конкретным временным периодам.

3. Принцип соизмеримости результатов путем дисконтирования будущих поступлений разновременных денежных средств. Реализация этого принципа обеспечивает соизмерение результатов и затрат, осуществляемых в различные моменты времени. Используемая при этом ставка дисконтирования выбирается исходя из конкретных альтернатив помещения капитала.

4. Принцип определения интегральных результатов и затрат предполагает учет всех положительных и отрицательных потоков денежных средств за расчетный период. Это означает, что при расчетах экономической целесообразности определяется интегральный экономический эффект за весь период функционирования объекта (расчетный период). Аналогичным образом в основе данного расчета должны лежать полные затраты за расчетный период.

5. Принцип учета неопределенности и рисков, связанных с потенциальной реализацией проектной инициативы.

Анализ экономической целесообразности проектной инициативы предполагает четкое определение решаемой задачи. В связи с этим рассматриваются следующие показатели:

- показатели коммерческой целесообразности, учитывающие последствия энергоинфраструктурного проектного предложения для предприятия или непосредственных участников;

- показатели общественной ценности, учитывающие связанные с проектной инициативой затраты и результаты, выходящие за пределы экономических интересов предприятия и его участников. Анализ данных показателей особенно актуален для крупномасштабных (существенно затрагивающих интересы города, региона и всей Украины) проектных предложений. Данные показатели подробно представлены в [161].

В большинстве случаев оценка проектных инициатив осуществляется с позиции предприятия. Поэтому основное внимание в исследовании уделено коммерческой оценке инициатив на уровне предприятия, выполняемой при предположении, что их реализует один участник. В зависимости от базы сравнения различают: оценку абсолютного эффекта проектного предложения, оценку эффекта замены техники, оценку эффекта дополнительных затрат. Инициатива оценивается либо методом сопоставления капиталовложений с получаемым доходом, либо методом сопоставления затрат по проектному предложению с затратами базы сравнения. Абсолютный эффект показывает результаты энергоинфраструктурного проектного предложения при отсутствии замены техники аналогичного назначения, а также при нецелесообразности дальнейшего использования заменяемой техники, в данном случае использование старой техники прекращается

независимо от осуществления проектной инициативы. Эффект замены аналогичной по назначению техники показывает результаты проектного предложения при условии, что заменяемый (базовый) вариант конкурентоспособен, т.е. он будет реализован при отказе от проектной инициативы. Сравнительный эффект позволяет определить лучший вариант из проектных инициатив аналогичного назначения. Эффект дополнительных затрат показывает целесообразность увеличения затрат для достижения большего полезного результата.

Оценка прогнозируемых затрат и результатов при определении экономической целесообразности энергоинфраструктурного проектного предложения осуществляется в пределах расчетного периода, продолжительность которого (горизонт расчета) принимается с учетом:

- продолжительности создания, эксплуатации и (при необходимости) ликвидации объекта;
- средневзвешенного нормативного срока службы основного технологического оборудования;
- требований инвестора.

Горизонт расчета измеряется количеством шагов расчета. На практике за шаг расчета в большинстве случаев принимается год (иногда квартал или месяц). При оценке коммерческого эффекта проектной инициативы соизмерение разновременных показателей осуществляется с помощью дисконтирования, т.е. приведения всех прогнозируемых в будущем доходов и расходов к первоначальному моменту времени (предполагаемому началу реализации проектного предложения). Для приведения разновременных затрат ставка (норма дисконта) r определяется исходя из приемлемой и реально достижимой для инвестора нормы дохода на капитал. Норма дисконта играет роль базового уровня, по сравнению с которым оценивается экономическая целесообразность энергоинфраструктурного проектного предложения.

К основным показателям коммерческого эффекта проектных предложений относятся:

- чистый дисконтированный доход (интегральный эффект, чистая нынешняя стоимость, чистая текущая стоимость и т.д.), ЧДД (ЧНС, NPV);

- индекс доходности инвестиций (коэффициент эффективности), ИД (PI);

- внутренняя норма дохода, ВНД (IRR);

- срок окупаемости капиталовложений: динамический, T_0 , (DPB); статический, T_0^{CT} , (PB).

Существуют также критерии «совокупные дисконтированные затраты» и «годовой эффект» проектной инициативы за расчетный период, которые применимы в специфических ситуациях.

Ситуационный анализ энергоинфраструктурных проектных предложений включает в себя:

- Оценку инициативы в чистом виде и в конкретных условиях ее потенциальной реализации. Оценка в чистом виде заключается в анализе собственно проектного предложения как генератора дохода при схеме финансирования за счет собственных средств. При этом обеспечиваются унификация оценки и сопоставимость проектных инициатив, исключается влияние схемы финансирования, возможных налоговых льгот и других особенностей реализации проектных предложений на конкретном предприятии.

Анализ инициативы в условиях конкретного предприятия позволяет учесть все особенности соответствующей практической ситуации. Возможен учет изменения схемы финансирования, деятельности предприятия в целом, имеющих долгов, получения налоговых льгот, продажи ненужного оборудования и т.д. Основные задачи анализа коммер-

ческого эффекта проектных предложений представлены в таблице 5.20.

Таблица 5.20 – Задачи анализа коммерческого эффекта проектных предложений

Задачи анализа инициатив	Особенности оценки техники (проекта)
1. Оценка абсолютного эффекта проектных предложений	Возможна оценка инициативы как в чистом виде, так и с учетом особенностей ее потенциальной реализации на конкретном предприятии. Проектное предложение не предусматривает замену техники. Инициатива оценивается без базы сравнения
2. Оценка эффекта замены техники	Эффект замены техники оценивается в чистом виде. Базу сравнения представляет техника (существующий вариант деятельности) аналогичного назначения
3. Сравнение проектных инициатив	Сопоставимые проектные предложения (виды техники) оцениваются в чистом виде. Сравнимые инициативы должны быть аналогичны по назначению. За базу сравнения принимается одна из проектных инициатив

- Оценку проектных предложений по требующимся затратам, которая во многих случаях существенно упрощает экономический анализ. Сравнение инициатив по затратам предполагает тождественность получаемого результата. Проектные предложения рассматриваются как альтернативные способы достижения заданного результата (стратегической цели). Инициатива с меньшими затратами является лучшей. Если результаты проектных предложений тождественны не полностью, то дополнительно выполняется стоимостная оценка имеющихся отличий.

Приростные показатели используются для определения оптимальных параметров энергоинфраструктурного проектного предложения и для оценки целесообразности дополнительных затрат на эти инициативы, увеличивающие полезный результат. В частности, оценка проектной инициативы на основе приростных показателей необходима для опреде-

ления выгоды дополнительных мероприятий (например, усиления теплоизоляции, использования вторичных энергоресурсов, целесообразности вовлечения в производство худших ресурсов и т.д.).

Эффективность дополнительных затрат определяется исходя из соотношения прироста затрат и прироста продукции (другого полезного результата). Отбор лучших проектных инициатив производится в обычном порядке, без выделения с приоритетными показателями.

Принципиальные модели оценки коммерческого эффекта энергоинфраструктурных проектных предложений, основанные на расчете потенциального денежного потока в результате осуществления инициативы, таковы:

1. Абсолютный эффект – показывает результаты проектного предложения при отсутствии замены техники аналогичного назначения, а также в случае, если продолжение использования заменяемой техники нецелесообразно и будет прекращено.

Абсолютный эффект проектной инициативы (\mathcal{E}_a) определяется следующим образом:

$$\mathcal{E}_a = D_n - K_n, \quad (5.72)$$

где D_n – соизмеримый доход по проектному предложению за расчетный период, грн.;

K_n – инвестиции по проектному предложению, грн.

Доход может исчисляться как и результат основной деятельности (прибыль плюс амортизационные отчисления), и как снижение себестоимости вследствие реализации предложения и уменьшение других операционных расходов.

2. Эффект замены техники.

Эффект замены действующей техники аналогичного назначения показывает результаты проектной инициативы при условии, что базовый (заменяемый) вариант конкурентоспособен. При отказе от инициативы будет реализован базо-

вый вариант. Оценка проектного предложения выполняется в чистом виде.

Эффект замены действующей техники (\mathcal{E}_T) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_T = D_n - D_{\delta} - K_n, \quad (5.73)$$

где D_n и D_{δ} – соизмеримый доход за расчетный период соответственно по новому и базовому вариантам, грн.;

K_n – инвестиции по проектному предложению, грн.

Здесь эффект определяется на основе разности дохода по вариантам. Если базовый и новый варианты отличаются только затратами, то эффект замены действующей техники (\mathcal{E}_T) можно определить по формуле

$$\mathcal{E}_T = C_{\delta} - C_n - K_n, \quad (5.74)$$

где C_{δ} и C_n – соизмеримые операционные расходы за вычетом амортизационных отчислений за расчетный период соответственно по базовому и новому вариантам, грн.;

K_n – капиталовложения по проектному предложению (новому варианту), грн.

Использование старой техники предполагает базовый вариант, не требующий инвестиций, однако возможны расходы на ремонт. При расчете эффекта замены техники следует учитывать затраты и прибыль, связанные с ликвидацией старой техники или ее использованием новым способом. Базовый вариант может продолжаться без начисления износа, в частности, при аренде техники, услугах сторонней организации, использовании техники, по которой полностью начислен износ.

3. Эффект при сравнении проектных инициатив.

Сравнение энергоинфраструктурных проектных инициатив аналогичного назначения позволяет определить лучший вариант. Базой сравнения всегда является проектное предложение с меньшей величиной инвестиций. Это особен-

но актуально для «обязательных» проектных инициатив, т.к. существует допущение, что их реализация не принесет коммерческого эффекта для предприятия. Инициативы сравниваются в чистом виде. Сравнительный эффект проектного предложения (\mathcal{E}_c) определяется таким образом:

$$\mathcal{E}_c = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = D_2 - K_2 - D_1 + K_1, \quad (5.75)$$

где \mathcal{E}_2 и \mathcal{E}_1 – абсолютный эффект соответственно варианта 2 и варианта 1, принятого за базу сравнения, грн.;

D_2 и D_1 – соизмеримый доход за расчетный период соответственно по варианту 2 и по варианту 1, грн.;

K_2 и K_1 – инвестиции соответственно по варианту 2 и варианту 1, грн.

Сравнительный эффект энергоинфраструктурного проектного предложения в вышеприведенном выражении определяется на основе разности абсолютных эффектов. Сравнительный эффект проектной инициативы можно также рассчитать, используя показатели разности выручки, себестоимости и инвестиций по вариантам. Если инициативы различаются только затратами, то для их сравнения можно использовать следующее выражение:

$$\mathcal{E}_c = K_1 + C_1 - K_2 - C_2, \quad (5.76)$$

где K_1 и K_2 – инвестиции соответственно по варианту 1 и варианту 2, грн.;

C_1 и C_2 – соизмеримые операционные расходы за вычетом амортизационных отчислений за расчетный период соответственно по варианту 1 и варианту 2, грн.

Сравнительный эффект проектного предложения можно также рассчитать, используя показатели разности инвестиций и себестоимости по вариантам.

В условиях современной экономики необходимо при расчете коммерческого эффекта энергоинфраструктурного проектного предложения учитывать влияние инфляции. Так,

на практике возможны два метода расчета влияния инфляции на эффект проектных инициатив. Первый метод – расчет в текущих ценах – предполагает, что специалист, разрабатывающий ТЭО, имеет возможность прогнозировать будущие цены на энергоресурсы, которые будут сэкономлены в результате данного проектного предложения, и их изменение будет учтено в расчетах. В этом случае в качестве ставки дисконта используют номинальную ставку доходности, т.е. ту ставку, которая учитывает существующий темп инфляции. Она может быть принята на уровне действующей банковской ставки рефинансирования.

Второй метод – расчет в постоянных ценах – применяемый в тех случаях, когда разработчикам ТЭО трудно прогнозировать будущие инфляционные тенденции. Тогда в расчет закладываются доходы и расходы в постоянных, действующих на сегодняшний момент, ценах. При этом ставка доходности берется в реальном измерении, т.е. очищается от инфляции. Реальную ставку можно определить так:

$$r_p = \frac{1 + r_H}{1 + r_{II}} - 1, \quad (5.77)$$

где r_H – номинальная ставка в относительных единицах; r_{II} – среднегодовой темп инфляции (ожидаемый). На практике целесообразно применение реальной ставки, равной 15% ($E = 0,15$), что соответствует расчетам в постоянных ценах и обеспечивает сопоставимость проектных инициатив.

Для всестороннего анализа эффективности инвестиций в энергоинфраструктурные проектные предложения требуется комплекс расчетов взаимосвязанных показателей, к которым относятся: ожидаемая годовая экономия энергоресурсов в натуральном исчислении; исходные стоимостные показатели, критерии коммерческого эффекта технических решений.

Исходные стоимостные показатели являются базой для последующего расчета критериев коммерческого эффекта инвестиций в энергоинфраструктурные проектные предложения. К ним относятся инвестиционные затраты, годовой потенциал энергоресурсоэкономии при реализации проектной инициативы, экономия текущих издержек (прирост прибыли) и доход от инвестиций.

В общем случае в состав полных инвестиционных затрат входят инвестиции и потребность в оборотном капитале:

$$K_{\text{полн}} = K + K_{\text{об}}, \quad (5.78)$$

где K – вложения в основной капитал (капиталовложения);

$K_{\text{об}}$ – потребность в оборотном капитале или ее изменение в соответствии с изменением масштабов производства или других факторов.

Потребность в оборотном капитале следует учитывать для проектных предложений, связанных с выпуском продукции; для энергоинфраструктурных проектных инициатив в качестве инвестиций выступают капиталовложения в приобретение, модернизацию и реконструкцию основных средств. В общем виде в состав капиталовложений могут включаться следующие виды затрат:

$$K = K_{\text{стр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{соп}}, \quad (5.79)$$

где $K_{\text{стр}}$ – капиталовложения в строительные конструкции;

$K_{\text{об}}$ – капиталовложения в рабочие машины и оборудование;

$K_{\text{соп}}$ – сопутствующие капиталовложения, включающие предпроизводственные расходы на предынвестиционные исследования, проектирование и разработку ТЭО; нематериальные активы (приобретение лицензий, ноу-хау, патентов и т.д.); прочие.

Для разрабатываемых (создаваемых) основных средств стоимость устанавливается согласно калькуляции стоимости работ, для закупаемых – по цене приобретения. Для расчета капиталовложений при необходимости составляются сметы на приобретение и монтаж основных средств, включающие стоимость оборудования с транспортными расходами и стоимость строительно-монтажных работ (СМР). Сметная стоимость СМР включает следующие элементы затрат:

$$C_{СМР} = ПЗ + НР + ПН, \quad (5.80)$$

где $ПЗ$ – прямые затраты, куда входит основная заработная плата рабочих, расходы на материалы и расходы на эксплуатацию машин и механизмов ($ПЗ = З_о + М + Э$);

$НР$ – накладные расходы строительно-монтажной организации;

$ПН$ – плановые накопления, или нормативная сметная прибыль строительно-монтажной организации.

Накладные расходы и плановые накопления определяются по утвержденным нормативам для разных видов СМР по формулам:

$$НР = 0,01\alpha_1(З_о + Э), \quad (5.81)$$

$$ПН = 0,01\alpha_2(З_о + Э), \quad (5.82)$$

где α_1, α_2 – соответственно норматив накладных расходов и плановых накоплений, %.

При отсутствии проектно-сметной документации капиталовложения в оборудование можно рассчитать в укрупненном виде следующим образом:

$$K_{ОБ} = K_{ОБ} \left(1 + \frac{K_{mp}}{100} + \frac{K_{м}}{100} \right), \quad (5.83)$$

где K_{mp} – коэффициент, учитывающий затраты на упаковку и транспортировку, он составляет примерно 10-13 % от отпускной цены (контактной стоимости);

K_m – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж оборудования и пусконаладочные работы, зависящий от вида технических средств (обычно составляет 10-20 % от отпускной цены оборудования, требующего монтажа, однако в некоторых случаях, например для крупного энергооборудования, эта цифра может достигать 50%).

Размер сопутствующих капиталовложений ($K_{соп}$) определяется на договорной основе между заказчиком (инвестором) и исполнителями соответствующих работ (проектно-изыскательских, научно-исследовательских и т.п.).

Годовой потенциал энергоресурсоэкономии в общем виде определяется суммарной экономией всех видов энергоресурсов при реализации энергоинфраструктурного проектного предложения:

$$\begin{aligned}\Delta\mathcal{E} &= \Delta\mathcal{E}_T + \Delta\mathcal{E}_Q + \Delta\mathcal{E}_W + \Delta\mathcal{E}_G + \Delta\mathcal{E}_V = \\ &= C_T\Delta T + C_Q\Delta Q + C_W\Delta W + C_G\Delta G + C_V\Delta V, \quad (5.84)\end{aligned}$$

где $\Delta\mathcal{E}_T$, $\Delta\mathcal{E}_Q$, $\Delta\mathcal{E}_W$, $\Delta\mathcal{E}_G$, $\Delta\mathcal{E}_V$ – соответственно стоимость сэкономленного топлива, тепловой, электрической энергии, газа и воды;

ΔT , ΔQ , ΔW , ΔG , ΔV – соответственно годовая экономия топлива, т у.т. тепловой, кДж, электрической энергии кВт, газа, м³ и воды, м³ в натуральном исчислении;

C_T – цена за единицу натурального топлива;

C_Q – тариф на тепло;

C_W – тариф на электроэнергию;

C_G – стоимость 1 куб. м газа;

C_V – стоимость 1 куб.м воды.

При оценке конкретного энергоинфраструктурного проектного предложения в расчетах следует учитывать только те виды энергозатрат, которые претерпевают изменения при реализации данной инициативы. Так, при реконструкции котельных это могут быть затраты на топливо, электроэнер-

гию и воду. Для проектных инициатив, связанных с модернизацией отопления и вентиляции объектов, использующих покупную тепловую энергию, экономия суммарных энергозатрат может выражаться изменением расхода тепловой и электрической энергии. Следует отметить, что для некоторых проектных предложений наряду с экономией тепловой энергии и топлива может иметь место увеличение расхода электроэнергии. В этом случае в выражении (5.84) составляющая $\Delta \mathcal{E}_w$ принимает отрицательное значение.

Расчет потенциальной прибыли, получаемой предприятием в результате реализации энергоинфраструктурного проектного предложения, зависит от его специфики. Так, если предложение связано с приобретением новых энергоэффективных технических средств (ТС), которые ранее на объекте не применялись, потенциальная прибыль определяется из выражения:

$$\Pi = \Delta \mathcal{E} - C_{\mathcal{E}}, \quad (5.85)$$

где $\Delta \mathcal{E}$ – стоимость сэкономленных энергоресурсов;

$C_{\mathcal{E}}$ – текущие затраты, связанные с эксплуатацией новых ТС (без учета энергопотребления).

Как правило, прирост текущих затрат связан с дополнительными издержками на амортизацию (A), а также на техобслуживание и ремонт (P):

$$C_{\mathcal{E}} = A + P. \quad (5.86)$$

Экономия текущих затрат в случае замены действующего оборудования на более совершенный аналог определяется по формуле:

$$\Pi = \Delta \mathcal{E} - \Delta C_{\mathcal{E}} = \Delta \mathcal{E} - [(A_H + P_H) - (A_C + P_C)], \quad (5.87)$$

где $\Delta C_{\mathcal{E}}$ – изменение текущих затрат, связанных с эксплуатацией технических средств, при их замене;

A_H, A_C – соответственно амортизация нового и заменяемого оборудования;

P_H, P_C – соответственно затраты на техобслуживание и ремонт нового и заменяемого оборудования.

В отдельных случаях внедрение энергоинфраструктурной проектной инициативы может сопровождаться изменением затрат труда основных рабочих (например, при замене котлов, работающих на твердом топливе, на котельные установки, работающие на газе, сокращаются трудозатраты рабочих-котельщиков). В этом случае показатель C_9 определяется по формуле:

$$\Delta C_9 = [(A_H + P_H + 3\Pi_H + OC_H) - (A_C + P_C + 3\Pi_C + OC_C)], \quad (5.88)$$

где $3\Pi_H, 3\Pi_C$ – соответственно заработная плата основных рабочих после и до внедрения проектного предложения;

OC_H, OC_C – отчисления на социальные нужды от фонда заработной платы после и до внедрения проектного предложения.

В некоторых случаях в составе текущих издержек следует также учитывать прочие затраты, связанные со спецификой проектной инициативы. Так, для энергоинфраструктурных предложений, связанных с реконструкцией систем теплоснабжения, в составе издержек следует учитывать ущерб, причиняемый выбросами котельных. Он определяется исходя из дифференцированных ставок платы за загрязнение атмосферы, а также дополнительных затрат на здравоохранение.

Расчет затрат на амортизацию выполняется на основе данных о балансовой стоимости основных фондов, вводимых (используемых) по каждому варианту энергоэффективной технологии, и единых норм амортизационных отчислений:

$$A = 0,01 \times (H_A K), \quad (5.89)$$

где H_A – норма годовых амортизационных отчислений, %;

K – капиталовложения (для действующего оборудования балансовая стоимость группы основных средств).

Затраты на ремонт и обслуживание технических средств (ТС) рассчитываются по формуле:

$$P = 0,01 (H_p K), \quad (5.90)$$

где H_p – норма годовых затрат на ремонт и техобслуживание данного вида ТС, %.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание энергетического оборудования в зависимости от его вида могут определяться следующим образом:

$$P = C_p N_p k, \quad (5.91)$$

$$P = C_{yэ} N_{yэ}, \quad (5.92)$$

где C_p – среднегодовые затраты на ремонт и техническое обслуживание основных средств, приходящиеся на единицу ремонтной сложности;

$C_{yэ}$ – среднегодовые затраты на ремонт и техническое обслуживание условной единицы электрооборудования в электросетях;

N_p – количество единиц ремонтной сложности по данному виду основных средств;

$N_{yэ}$ – количество условных единиц электрооборудования на электросетевом участке;

k – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт энергетической части данного вида основных средств.

Фонд заработной платы рабочих определяется исходя из часовых тарифных ставок членов трудового коллектива и затрат труда:

$$ЗП = \sum c_{mi} T_i k_d, \quad (5.93)$$

где c_{mi} – часовая ставка рабочих i -го разряда,

T_i – затраты труда рабочих i -го разряда;

k_d – коэффициент, учитывающий дополнительную оплату труда.

Отчисления на социальные нужды от фонда заработной платы определяются так:

$$OC = k_c 3П, \quad (5.94)$$

где k_c – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды.

Прирост чистой прибыли ($ЧП$) предприятия определяется с учетом налога на прибыль:

$$ЧП = П \cdot (1 - C_{НП} / 100), \quad (5.95)$$

где $C_{НП}$ – действующая ставка налога на прибыль, %.

Доход от инвестиций (годовой инвестиционный доход $Д$) в случае приобретения дополнительного энергоэффективного оборудования определяется по выражению

$$Д = ЧП + A_H. \quad (5.96)$$

В случае замены действующего оборудования на более совершенный аналог годовой доход определяется по формуле:

$$Д = ЧП + (A_H - A_C). \quad (5.97)$$

Чистый дисконтированный доход (чистая нынешняя стоимость) $ЧДД$ ($ЧНС$), показывает весь эффект (прирост богатства) инвестора, приведенный во времени к началу расчетного периода. Прирост богатства определяется в сравнении с нормативным приростом на уровне базовой ставки.

Чистый дисконтированный доход определяется из выражения

$$ЧДД = \sum_{t=1}^E \frac{Д_t}{(1+r)^t} - K_H. \quad (5.98)$$

Если в расчете необходимо учесть ликвидационную стоимость объекта в конце расчетного периода, $ЧДД$ рассчитывается так:

$$ЧДД = \sum_{t=1}^E \frac{Д_t}{(1+r)^t} + \frac{Л}{(1+r)^T} - K_H, \quad (5.99)$$

где D_t – доход, получаемый в год t ;

T – расчетный период в годах;

K_H – капиталовложения, приведенные во времени к началу расчетного периода;

L – ликвидационная стоимость;

r – принятая процентная ставка (базовая ставка, норма дисконта), отн. ед.

Дисконтирование капиталовложений осуществляется в тех случаях, когда ожидаемая продолжительность проектной инициативы превышает один год, а также если в проектном предложении предполагается задействование оборудования, требующего замены в течение расчетного периода, т.е. у которого $T_{СЛ} < T$. При этом число замен определяется из выражения

$$N_{ЗАМ} = \frac{T}{T_{СЛ}} - 1, \quad (5.100)$$

где T – расчетный период;

$T_{СЛ}$ – срок службы отдельных недолговечных ТС.

В общем случае дисконтирование капиталовложений осуществляется по формуле

$$K_H = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=T_{cc}}^{T_{СЛ} N_{ЗАМ}} \frac{K_t}{(1+r)^t}, \quad (5.101)$$

где K_t – капиталовложение в год t .

При $T_{СЛ} \geq T$ капиталовложения равны первоначальным единовременным капиталовложениям K , осуществляемым в год $t = 0$, т.е. в этом случае $K_H = K$.

Проектная инициатива жизнеспособна при $ЧДД \geq 0$. Если $ЧДД < 0$, необходимо проанализировать возможность уменьшения нормы дисконта, снижения капиталовложений, увеличения годового дохода и факторов, его определяющих.

Индекс доходности инвестиций ID показывает, во сколько раз увеличиваются вложенные собственные средства

за расчетный период по сравнению с нормативным увеличением на уровне базовой ставки. Он представляется в виде выражения

$$ИД = \frac{ЧДД}{K_H} + 1. \quad (5.102)$$

Проектная инициатива жизнеспособна при $ИД \geq 1$.

Внутренняя норма дохода $ВНД$ (IRR) определяет максимальную базовую ставку, при которой капиталовложения не убыточны. Внутренняя норма дохода соответствует такой норме дисконта, при которой чистый дисконтированный доход обращается в нуль. Она находится из условия $ЧДД = 0$ путем решения уравнения:

$$ВНД = \sum_{t=1}^T \frac{Д_t}{(1 + ВНД)^t} - K = 0 \quad (5.103)$$

относительно $ВНД$.

Внутренняя норма дохода легко может быть рассчитана графоаналитическим методом. Для этого необходимо построить график $ЧДД = f(E)$, задаваясь рядом последовательных значений процентной ставки. Искомая величина находится в том интервале, где меняется знак показателя $ЧДД$. Ее уточненное значение можно определить методом линейной интерполяции из выражения:

$$ВНД = E_{\min} + (E_{\max} - E_{\min}) \frac{ЧДД_{\max}}{ЧДД_{\max} + ЧДД_{\min}}, \quad (5.104)$$

где E_{\min} , E_{\max} – минимальное и максимальное значение ставки в интервале;

$ЧДД_{\min}$, $ЧДД_{\max}$ – минимальное и максимальное значение $ЧДД$ в интервале, причем $ЧДД_{\min}$ в формуле учитывается по модулю.

Проектное предложение жизнеспособно при $E \leq ВНД$.

Различают статистический (элементарный) и динамический срок окупаемости капиталовложений. Статистиче-

ский срок окупаемости показывает, за какой срок инвестор возвращает первоначальные капиталовложения. При постоянном годовом доходе этот срок определяется из выражения

$$T_O = \frac{K}{D_t}. \quad (5.105)$$

Если потенциальные доходы энергоинфраструктурного проектного предложения по годам непостоянны, величина T_O определяется по кумулятивному доходу, обеспечивающему равенство:

$$\sum_t^{T_O} D_t = K. \quad (5.106)$$

Динамический срок окупаемости T_O (DPB) соответствует времени, за которое инвестор вернет израсходованные средства и получит нормативный доход на уровне принятой ставки. Он рассчитывается исходя из уравнения:

$$\sum_{t=1}^{T_O} \frac{D_t}{(1+E)^t} - K = 0, \quad (5.107)$$

решаемого относительно T_O .

Показатель T_O также можно рассчитать графоаналитически, построив зависимость $ЧДД = f(t)$. Точка, где график пересекает ось абсцисс, т.е. $ЧДД = 0$, и будет искомым значением срока окупаемости. Искомая величина находится в том интервале, где меняется знак показателя $ЧДД$. Ее уточненное значение можно определить методом линейной интерполяции из выражения:

$$T_O = T_{\min} + (T_{\max} - T_{\min}) \frac{ЧДД_{\min}}{ЧДД_{\max} + ЧДД_{\min}}, \quad (5.108)$$

где T_{\min} , T_{\max} – минимальное и максимальное значение времени в интервале;

$ЧДД_{\min}$, $ЧДД_{\max}$ – минимальное и максимальное значение $ЧДД$ в интервале, причем $ЧДД_{\min}$ учитывается по модулю.

Проектная инициатива считается жизнеспособной при сроке возврата капитала в пределах расчетного периода, т.е. при $To < T$.

При потенциальном постоянном годовом доходе энергоинфраструктурного проектного предложения ($D_t = \text{const}$) применимы упрощенные методы расчета показателей его коммерческого эффекта.

При постоянстве годового дохода и условии, что можно пренебречь ликвидационной стоимостью объекта, $ЧДД$ определяют по формуле

$$ЧДД = D_t \alpha_T - K_H, \quad (5.109)$$

где α_T – дисконтирующий множитель (коэффициент приведения постоянных по величине денежных сумм к началу расчетного периода), лет. Он определяется из финансовых таблиц либо из выражения

$$\alpha_T = \frac{1 - (1 + E)^{-T}}{E} = \frac{(1 + E)^T - 1}{E(1 + E)^T}. \quad (5.110)$$

При $D_t = \text{const}$ внутренняя норма дохода проектной инициативы рассчитывается следующим образом. Из уравнения:

$$D_t \alpha_{T(PP)} - K = 0, \quad (5.111)$$

находим минимальное предельное значение α_T , при котором проектное предложение не убыточно:

$$\alpha_{T(PP)} = \frac{K}{D_t}. \quad (5.112)$$

Из финансовых таблиц по известным значениям T и $\alpha_{T(PP)}$, применяя метод линейной интерполяции, находим искомое значение $ВНД$:

$$BHD = E_{\min} + (E_{\max} - E_{\min}) \frac{\alpha_{\max} - \alpha_{T(PP)}}{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}, \quad (5.113)$$

где E_{\min}, E_{\max} – минимальное и максимальное значение ставки в интервале;

$\alpha_{\min}, \alpha_{\max}$ – минимальное и максимальное значение дисконтирующего множителя в интервале.

При постоянстве годового дохода и отсутствии временного лага динамический срок окупаемости определяется из выражения:

$$T_O = \frac{\lg(1 + E / P_B)}{\lg(1 + E)}, \quad (5.114)$$

где P_B – коэффициент возврата капитала, равный

$$P_B = \frac{D_t}{K} - E.$$

Величина T_O может быть также рассчитана из финансовых таблиц по известным значениям процентной ставки E и $\alpha_{T(PP)}$.

При этом уточненное значение срока окупаемости рассчитывается методом линейной интерполяции:

$$T_O = T_{\min} + (T_{\max} - T_{\min}) \frac{\alpha_{T(PP)} - \alpha_{\min}}{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}. \quad (5.115)$$

Включению энергоинфраструктурного проектного предложения в пул должен предшествовать выбор экономически целесообразного варианта из нескольких потенциально возможных альтернатив. С этой целью на данном этапе необходимо выполнить сравнительный анализ коммерческого эффекта таких проектных инициатив. При этом все энергоинфраструктурные инициативы следует разделять на две группы: к первой группе относятся инициативы затратного характера, не предназначенные для получения прибыли («обязательные»), ко второй – инициативы, осуществление

которых приводит к снижению текущих издержек и приросту прибыли («основные» и «вспомогательные»).

Проектные инициативы первой группы представлены мероприятиями, необходимость выполнения которых обусловлена требованиями соответствующих законодательных актов и нормативных и директивных документов (СНиП, ГОСТ, нормы технологического проектирования конкретных объектов и т.п.). В первую очередь к ним относятся энергоинфраструктурные предложения затратного характера, связанные с созданием объектов инженерной инфраструктуры (отопление и вентиляция, водоснабжение, освещение зданий и т.п.), повышением уровня экологической безопасности и др. К первой группе относятся, например, установка приборов учета энергии, увеличение теплозащиты ограждающих конструкций до нормируемой величины и т.п. Следует соблюдать приоритетность реализации различных энергоинфраструктурных проектных инициатив в рамках рассматриваемой группы. Например, предложению по увеличению теплоизоляции здания обязательно должны предшествовать установка автоматических регуляторов, а также теплогидравлическая балансировка систем микроклимата здания.

При этом необходимо провести сравнение нескольких альтернативных вариантов технических решений с точки зрения их экономической целесообразности. Такие проектные предложения могут отличаться друг от друга сроками службы и надежностью конструкций и оборудования, потерями энергии, размером капиталовложений и текущих затрат. Как правило, вариант, в котором задействовано более дорогое энергоэффективное оборудование, обеспечивает меньший размер текущих издержек.

Энергоинфраструктурные инициативы первой группы планируются путем выбора оптимального варианта по критерию совокупных дисконтированных затрат. Они связаны ли-

бо с установкой дополнительного энергоэффективного оборудования (теплообменники, автоматические регуляторы энергопотребления и т.п.), либо с заменой старого оборудования на новое, менее энергоемкое. В обоих случаях учитываются как период функционирования объекта, так и сроки службы конкурирующих технических средств.

Для инициатив первой группы задача ТЭО сводится к выбору такого альтернативного варианта, который будет сопряжен с наименьшими совокупными дисконтированными затратами ($СДЗ$) за расчетный период.

Совокупные дисконтированные затраты по сравниваемым вариантам определяются из выражений

$$СДЗ_1 = \left(K_{H1} + \sum_{t=1}^T \frac{C_{1t} - A_{1t}}{(1+E)^t} \right), \quad (5.116)$$

$$СДЗ_2 = \left(K_{H2} + \sum_{t=1}^T \frac{C_{2t} - A_{2t} + \Delta НП_t}{(1+E)^t} \right), \quad (5.117)$$

где, соответственно, по вариантам: K_H – дисконтированные капиталовложения, определяемые по формуле (5.101) с учетом временного лага и числа замен оборудования за расчетный период;

C_t, A_t – текущие издержки и амортизационные отчисления в год t ;

$\Delta НП_t$ – изменение налога на прибыль во втором варианте;

E – принятая процентная ставка (норма дисконта), отн. ед.;

T – горизонт расчета (расчетный период).

Для некоторых специальных задач требуется расчет показателя годовых $СДЗ_{(год)}$. Они определяются из выражений

$$СДЗ_{1(ГОД)} = \left(K_{H1} + \sum_{t=1}^{T_1} \frac{C_{1t} - A_{1t}}{(1+E)^t} \right) \beta_{T1}, \quad (5.118)$$

$$СДЗ_{2(ГОД)} = \left(K_{H2} + \sum_{t=1}^{T_2} \frac{C_{2t} - A_{2t} + \Delta НП_t}{(1+E)^t} \right) \beta_{T2}, \quad (5.119)$$

где β_T – коэффициент аннуитета;

T_1, T_2 – срок службы оборудования в сравниваемых вариантах, лет;

K_{H1}, K_{H2} – капиталовложения, дисконтированные соответственно в пределах отрезков времени T_1 и T_2 .

Коэффициент аннуитета – величина, обратная дисконтирующему множителю. Он определяется из выражения:

$$\beta_T = \frac{1}{\alpha_T} = \frac{E(1+E)^T}{(1+E)^T - 1}. \quad (5.120)$$

Изменение налога на прибыль определяется по формуле:

$$\Delta НП = \frac{C_{НП}}{100} (C_1 - C_2), \quad (5.121)$$

где $C_{НП}$ – ставка налога на прибыль, %.

Если текущие издержки по годам расчетного периода неизменны для расчета $СДЗ$ используются формулы

$$СДЗ_1 = K_{H1} + (C_1 - A_1) \alpha_m; \quad (5.122)$$

$$СДЗ_2 = K_{H2} + (C_2 - A_2 + \Delta НП) \alpha_m. \quad (5.123)$$

Совокупные дисконтированные затраты в годовом исчислении при постоянстве годовых издержек определяются из выражений:

$$СДЗ_{1(ГОД)} = K_{H1} \beta_{T1} + (C_1 - A_1); \quad (5.124)$$

$$СДЗ_{2(ГОД)} = K_{H2} \beta_{T2} + (C_2 - A_2 + \Delta НП). \quad (5.125)$$

В выражениях (5.124) и (5.125) K_{H1}, K_{H2} – капиталовложения дисконтированные соответственно в пределах отрез-

ков времени T_1 и T_2 ; β_{T1} , β_{T2} – коэффициент аннуитета, определяемый по формуле (5.120).

Метод выбора вариантов инвестирования по показателю *СДЗ* имеет особое значение для отбора проектных инициатив обязательного характера, когда весьма актуален вопрос о наиболее рациональном использовании ограниченных инвестиционных ресурсов. Однако следует ограничить применение критерия *СДЗ* областью энергоинфраструктурных проектных инициатив первой группы, так как имеют место ситуации, когда принятый (по минимуму *СДЗ*) лучший вариант может дать отрицательную прибыльность инвестиций.

Разработанная методика отбора лучшего потенциального варианта инвестирования по системе вышеперечисленных показателей состоит из последовательных этапов формирования исходных данных, расчета показателей альтернативных проектных инициатив и выбора целесообразного варианта. При этом:

1. Каждый альтернативный вариант рассматривается на предмет возможного инвестирования, и те проектные инициативы, которые были отобраны инвестором, включаются в конкурс для оценки их коммерческой целесообразности и потенциального включения в состав пула портфеля. Затем по каждой проектной инициативе рассчитываются необходимые оценочные показатели. Результаты расчетов сводятся в общую таблицу с целью анализа и принятия окончательного решения. Если все оценочные критерии однозначно свидетельствуют о приоритетности одного из многих проектных предложений, то он признается наиболее целесообразным и включается в состав пула.

2. Если стоимостные оценочные показатели сравниваемых вариантов (*СДЗ*, *ЧДД*) отличаются незначительно (не более чем на 5–6%), то для выбора оптимального варианта выполняется технико-экономический анализ по комплексу

показателей. В качестве таких показателей могут служить: технические характеристики (потребляемые энергоресурсы, качество регулирования, безотказность, долговечность); удобство в эксплуатации; комплектность; возможности дальнейшей модернизации; фирма (страна) – производитель оборудования, сроки монтажа; наличие и уровень сервисных служб, уровень квалификации обслуживающего персонала; стоимость обслуживания.

3. На практике может сложиться ситуация, когда каждый вариант будет по-своему привлекателен для инвестора (например, по ЧДД будет лучшим вариант 1, по ИД – вариант 2, а по сроку окупаемости инвестиций – вариант 3). В таких случаях действует условие предварительного выявления самим инвестором принципиального приоритетного критерия, по которому принимается решение. Выбор критерия зависит от многих факторов (ограничений по сроку окупаемости и др.) и определяется особенностями реальной ситуации. При этом необходимо учитывать следующее:

а) если стоимостные (ЧДД) и удельные (ИД, ВНД) критерии противоречат друг другу, целесообразнее ориентироваться на удельные показатели, поскольку они отражают эффект единицы инвестиций. Кроме того, в условиях ограниченности инвестиционных ресурсов (что характерно для украинской экономики) эти критерии позволяют предприятию сформировать наиболее эффективный пул энергоинфраструктурных проектных инициатив;

б) капиталовложения целесообразны при условии, что срок окупаемости не превышает задаваемую величину. Если инвестором в качестве приоритетного критерия принимается срок окупаемости, то выбирается проектная инициатива с $T_0 \rightarrow \min$. Однако этот показатель имеет существенные недостатки, поскольку он не учитывает сроки службы оцениваемого оборудования и доход, получаемый за период экс-

плуатации объекта. Кроме того, следует учесть, что проектное предложение, удовлетворяющее по статистическому сроку окупаемости, может оказаться неприемлемым по динамическому сроку окупаемости, основанному на дисконтных оценках. Динамический срок окупаемости всегда больше статистического, причем он увеличивается с ростом процентной ставки r . Динамический срок окупаемости, в отличие от статистического, учитывает стоимость капитала и отражает реальный период окупаемости.

4. Ориентация на срок окупаемости при сравнительной оценке альтернативных проектных предложений с различными сроками службы ТС может привести к ошибочным результатам. Поэтому применение этого показателя должно ограничиваться следующими условиями:

- одинаковый срок службы сопоставляемого оборудования;
- сопоставляемые проектные инициативы предполагают разовое вложение первоначальных инвестиций.

Инвестиционная политика экономических субъектов может предусматривать повышение их эффективности не только за счет внедрения принципиально новых проектных предложений, но и за счет модернизации существующих объектов. Подобные энергоинфраструктурные инициативы предполагают замену действующего оборудования (конструкций, материалов) на новое, имеющее более прогрессивные характеристики и благодаря этому обеспечивающее дополнительную прибыль. Например, проводимая в современных условиях термореновация зданий требует замены морально устаревших конструкций и материалов на более совершенные аналоги. При этом возможны две производственных ситуации: а) старое оборудование конкурентоспособно и выпускается промышленностью; б) старое оборудование снято с производства.

В связи с этим необходима разработка методики расчета целесообразности приобретения новых технических средств (конструкций, материалов) взамен старых применительно к данным производственным ситуациям.

Для энергоинфраструктурных проектных инициатив, нацеленных на снижение текущих издержек предприятий и организаций, целесообразность замены действующего оборудования определяется по показателям совокупных дисконтированных затрат. В качестве базового варианта принимается старое оборудование, при этом по истечении срока его службы предполагается его замена идентичным. В проектируемом варианте предусматривается замена старого оборудования новым (усовершенствованным). Для сопоставимости сравниваемых вариантов предполагается, что объект, на котором планируется реализация проектного предложения, функционирует постоянно, т.е. каждая из анализируемых проектных инициатив может быть реализована неограниченное число раз ($n \rightarrow \infty$). Такой прием позволяет учесть различия в продолжительности сравниваемых объектов. В этом случае при $n \rightarrow \infty$ число слагаемых в формуле расчета $СДЗ(t, n)$ будет стремиться к бесконечности, а значение $СДЗ(t, \infty)$ может быть найдено по известной формуле для бесконечно убывающей геометрической прогрессии:

$$СДЗ(t, \infty) = СДЗ(t) \frac{(1+r)^t}{(1+r)^t - 1}. \quad (5.126)$$

При непостоянных ежегодных издержках совокупные дисконтированные затраты двух энергоинфраструктурных проектных предложений 1 и 2 определяются из выражений:

$$СДЗ_1 = \sum_{t=1}^{T_1-T_2} \frac{C_{1t} - A_{1t}}{(1+r)^t} + \left(\sum_{t=1}^{T_1} \frac{C_{1t} - A_{1t}}{(1+r)^t} + K_1 \right) \frac{(1+r)^{T_2}}{(1+r)^{T_1} - 1}; \quad (5.127)$$

$$CДЗ_2 = \left(\sum_{t=1}^{T_2} \frac{C_{2t} - A_{2t}}{(1+r)^t} + K_2 \right) \times \frac{(1+r)^{T_2}}{(1+r)^{T_2} - 1} - Ц_{ПР}. \quad (5.128)$$

В выражениях (5.127) и (5.128) C_{1t} , C_{2t} – ежегодные издержки первого и второго проектного предложения соответственно; A_{1t} , A_{2t} – годовые амортизационные отчисления по старым и новым основным средствам; K_1 – балансовая восстановительная стоимость старого оборудования; K_2 – капиталовложения в новое проектное предложение; $Ц_{ПР}$ – цена реализации старого оборудования после налогообложения (учитывается в том случае, когда имеется реальная возможность продажи старого оборудования); T_1 , T_2 – нормативные сроки службы старого и нового оборудования, лет; T_3 – срок функционирования старого оборудования до его замены, лет; $(T_1 - T_3)$ – отрезок времени, охватывающий период, начиная с момента предполагаемой замены и до окончания нормативного срока службы старых ТС.

Если ежегодные издержки постоянны ($C_t = \text{const}$), совокупные дисконтированные затраты двух проектных инициатив 1 и 2 определяются по упрощенной методике:

$$CДЗ_1 = (C_1 - A_1) \alpha_{(T_1 - T_3)} + [(C_1 - A_1) \alpha_{T_1} + K_1] \frac{(1+r)^{T_3}}{(1+r)^{T_1} - 1}; \quad (5.129)$$

$$CДЗ_2 = [(C_2 - A_2 + \Delta НП) \alpha_{T_2} + K_2] \frac{(1+r)^{T_2}}{(1+r)^{T_2} - 1} - Ц_{ПР}. \quad (5.130)$$

Замена целесообразна при соблюдении условия:

$$CДЗ_2 < CДЗ_1. \quad (5.131)$$

Определяем показатели коммерческого эффекта нового варианта. Экономия текущих затрат, прирост чистой прибыли и годовой доход при замене старого оборудования новым рассчитываются по формулам (5.86), (5.94), (5.95), (5.97).

Чистый дисконтированный доход проектной инициативы за срок службы ТС определяется из выражения

$$\text{ЧДД} = D\alpha_T - (K_2 - \text{Ц}_{\text{пр}}). \quad (5.132)$$

Индекс доходности:

$$\text{ИД} = \frac{\text{ЧДД}}{K_2 - \text{Ц}_{\text{пр}}} + 1. \quad (5.133)$$

Срок окупаемости нового проектного предложения определяется по приросту ежегодного дохода от сокращения текущих затрат из уравнения, решаемого относительно T_0 :

$$\sum_{t=1}^{T_0} \frac{D_{2t} - D_{1t}}{(1+r)^t} - (K_2 - \text{Ц}_{\text{пр}}) = 0. \quad (5.134)$$

В случае если предполагается замена снятого с производства оборудования на более совершенный аналог, действие старого проектного предложения в момент замены прекращается. Если существует возможность реализации старого оборудования, то выручка от его реализации используется для финансирования приобретения нового оборудования, и потребность в инвестициях в новом варианте составит:

$$K_H = K_2 - \text{Ц}_{\text{пр}}. \quad (5.135)$$

Использование предприятиями передовых научно-технических энергоэффективных достижений (инноваций) позволяет существенно повысить эффективность их деятельности. В международном кодексе поведения в области передачи технологий, разработанном Конференцией ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД), определены виды сделок и правила, регулирующие порядок передачи технологий и различных технологических новшеств:

1. Передача, продажа или предоставление по лицензии всех форм промышленной собственности, запатентованных лицензиаром.

2. Предоставление ноу-хау и технологического опыта (незапатентованные новшества).

3. Предоставление технологических знаний, необходимых для монтажа и использования машин и оборудования.

4. Промышленное и технологическое сотрудничество по содержанию машин и оборудования.

5. Предоставление инжиниринговых услуг: расчет технико-экономического обоснования проектов, консультации, технический надзор и т.п.

6. Передача технологии по производственной и научной кооперации.

7. Передача технологии на основе инвестиционного сотрудничества: продажа техники и технологии, надзор, обучение специалистов.

Лицензия – это разрешение на передачу физическими или юридическими лицами (лицензиарами) принадлежащих им прав на использование изобретения, промышленного образца другим физическим и юридическим лицам (лицензиатам).

В большинстве зарубежных стран изобретения являются собственностью разработавших их лиц и организаций. Охрана собственности на изобретения осуществляется патентами – официальными документами, подтверждающими монопольное право изобретателя или его правопреемника на владение, использование и распоряжение изобретением на определенной территории в течение установленного времени.

Наряду с лицензиями большим спросом на рынке пользуются ноу-хау, предоставляющие знания и опыт, способы и навыки в проектировании, строительстве, экономике, управлении и т.п.

Передача лицензий осуществляется на основании подписания лицензионных соглашений (договоров, контрактов), которые обычно наряду с ноу-хау включают обязательства лицензиара оказывать помощь лицензиату во внедрении новшеств. Лицензионные соглашения оплачиваются в следующих формах: единовременный предварительный платеж заранее согласованной цены лицензии; постепенная выплата

вознаграждений частичными платежами пропорционально согласованным расценкам; платежи в смешанной форме, предполагающей применение нескольких способов.

Предварительные платежи выплачиваются лицензиару до получения доходов лицензиатом. Они могут быть выплачены сразу или частичными платежами за короткий период времени и предполагают сравнительно точное определение цены лицензии. Текущие платежи выплачиваются из прибыли лицензиата в течение длительного времени по условиям контракта. Указанные разновидности оплаты имеют ряд особенностей. При предварительной оплате труднее сохранить заинтересованность лицензиара в предприятии лицензиата, так как он не разделяет риск лицензиата и не рискует своим доходом. При текущих платежах доход лицензиара носит определенный характер. Если лицензиар не соблюдает договорных обязательств, выплаты ему могут быть прекращены; кроме того, условиями контракта можно предусмотреть перевод текущих платежей в единовременные. На практике в большинстве случаев применяют текущие платежи, а также сочетание текущей и единовременной оплаты. Цена лицензии зависит от ее исключительности (возможности передачи другим лицам), степени подготовленности к практическому использованию, срока действия соглашения о передаче лицензии, участия лицензиара в предприятии лицензиата, прав лицензиата на будущие патенты в сфере применения лицензии и т.п.

Цену лицензий следует определять на основе показателя чистого дисконтированного дохода лицензиата. Предварительная цена лицензии выражает сумму платежей лицензиару из прибыли лицензиата за расчетный период. При этом цена лицензии определяется в виде передаваемой лицензиару доли эффекта или прибыли. Цена лицензии и форма оплаты определяются по условиям контракта. При сочетании предвари-

тельных и постоянных текущих платежей цена лицензии может быть определена по упрощенной формуле:

$$C_{\mathcal{L}} = P_{\text{ПР}} + \frac{P_{\text{ТЕК}} \alpha_T}{(1 + r_{\mathcal{L}})^{T_1}}, \quad (5.136)$$

где $P_{\text{ПР}}$ – предварительный платеж в начале расчетного периода при $t = 0$;

$P_{\text{ТЕК}}$ – постоянные годовые текущие платежи за период получения прибыли лицензиатом;

T – период выплаты текущих платежей, лет;

T_1 – время от начала расчетного периода до того момента, когда лицензия начинает приносить прибыль, лет;

$r_{\mathcal{L}}$ – процентная ставка по деловым операциям лицензирования (процентная ставка по текущим платежам).

Данная формула может применяться и при отсутствии предварительной выплаты. В данном случае цена лицензии определяется исходя из процентной ставки по деловым операциям лицензирования, которая устанавливается по соглашению сторон или директивными органами и может отличаться от нормы дисконта, принятой лицензиатом.

Чистый дисконтированный доход энергоинфраструктурного проектного предложения при условии бесплатной передачи лицензии определяется по формуле

$$ЧДД = D_t \alpha_T + \frac{L}{(1 + r)^T} - K, \quad (5.137)$$

где α_T – динамический множитель.

Величина текущего платежа определяется следующим образом:

$$P_{\text{ТЕК}} = \frac{(C_{\mathcal{L}} - P_{\text{ПР}})(1 + r_{\mathcal{L}})}{\alpha_{T\mathcal{L}}}. \quad (5.138)$$

Практически во всех случаях лицензиар разделяет риск лицензиата, и текущие платежи определяются применительно к прибыли лицензиата. При увеличении или уменьшении

прибыли выплаты лицензиару, соответственно, увеличиваются или уменьшаются.

Разработанная методика расчета ТЭО состоит из последовательных этапов формирования исходных данных, расчета показателей альтернативных энергоинфраструктурных проектных инициатив и выбора наиболее целесообразного варианта для включения его в пул портфеля. В результате проведения технико-экономического обоснования энергоинфраструктурных проектных инициатив также осуществляется исключение дублирования эффектов от их реализации.

В случае возникновения необходимости применения структурной адаптации, адаптации объекта и адаптации целей управления, т.е. при реоптимизации существующего портфеля энергоинфраструктурных проектов или формировании нового, представленные процедуры повторяются в полном масштабе.

5.4 Описание конфигураций агрегирования энергоинфраструктурных проектов при формировании портфеля

Портфель энергоинфраструктурных проектов представляет собой интегративную систему объединенных элементов различной природы, в роли которых выступают энергоинфраструктурные проекты. С целью упрощения процедур по формированию такого вида портфеля проектов целесообразным является осуществление процедуры агрегирования проектных решений.

Процедура агрегирования (взаимной расстановки и соединения) энергоинфраструктурных проектов зависит от

множества факторов:

- технологической зависимости двух и более энергоинфраструктурных проектов, т.е. проекты, связанные единой технологией, последовательно соединяются в некий артельный проект. Для упрощения различных операций при формировании портфеля энергоинфраструктурных проектов, и в первую очередь оценки и отбора проектов, целесообразно воспринимать полученный артель как единый комплексный энергоинфраструктурный проект Pr с едиными характеристиками $\{T, I, D\}$, полученными в результате слияния профилей объединяемых проектов;

- схемы финансирования;

- ограничений в модели портфеля.

В целом операцию агрегирования двух произвольных энергоинфраструктурных проектов $Pr_A = \langle T_A, I_A, D_A \rangle$, $Pr_B = \langle T_B, I_B, D_B \rangle$, $Pr_A, Pr_B \in \Pi = \{Pr_1, Pr_2, \dots, Pr_N\}$ можно определить символической записью в виде

$$\overrightarrow{Pr_A, Pr_B} = \Pi^1, \quad (5.139)$$

где в результате будет получен некий артельный проект Π^1 , характеризующийся кортежем элементов $\langle \overline{T_A, T_B}, \overline{I_A, I_B}, \overline{D_A, D_B} \rangle$.

Если в операции (5.139) переставить операнды $Pr_A = \langle T_A, I_A, D_A \rangle$, $Pr_B = \langle T_B, I_B, D_B \rangle$ местами, то получится новый артельный проект

$$\Pi^2 = \overrightarrow{Pr_B, Pr_A} = \langle \overline{T_B, T_A}, \overline{I_B, I_A}, \overline{D_B, D_A} \rangle. \quad (5.140)$$

Причем, $\Pi^1 \neq \Pi^2$, т.е. операция последовательного соединения произвольных энергоинфраструктурных проектов некоммукативна.

В большинстве случаев при формировании оптимального портфеля энергоинфраструктурных проектов предполагается одновременная реализация двух и более энергоинфраструктурных проектов, тогда целесообразно использовать операцию агрегирования проектов с временным лагом Δ . Символическая запись данной операции выглядит следующим образом:

$$\xrightarrow{0} \quad \text{Pr}_A, \text{Pr}_B = \Pi^3, \quad (5.141)$$

где результатом операции есть новый артельный проект Π^3 .

В выражении (5.141) временной лаг Δ равен нулю, т.е. проекты Pr_A, Pr_B соединены между собой без сдвига, что соответствует ситуации, когда момент начала реализации проекта Pr_A совпадает с моментом начала реализации проекта Pr_B , т.е. $t_{0A} = t_{0B}$.

Операция агрегирования с временным сдвигом состоит из двух фаз, первая из которых – фаза взаимной расстановки соединяемых энергоинфраструктурных проектов, а вторая – фаза слияния расставленных проектов.

Соответственно, длительность финансовой активности артельного проекта Π^3 будет равна длительности наиболее продолжительного из двух соединяемых проектов Pr_A и Pr_B . Профили исходящих и входящих потоков для данного проекта будут полечены путем суммирования соответствующих профилей искомых проектов Pr_A и Pr_B в соответствующие моменты финансовой активности, а именно:

$$I^{\Pi^3} = \{I_{\text{Pr}_A}(t_0) + I_{\text{Pr}_B}(t_0), I_{\text{Pr}_A}(t_1) + I_{\text{Pr}_B}(t_1), \dots, I_{\text{Pr}_A}(t_j) + I_{\text{Pr}_B}(t_j)\}; \quad (5.142)$$

$$D^{\Pi^3} = \{D_{\text{Pr}_A}(t_0) + D_{\text{Pr}_B}(t_0), D_{\text{Pr}_A}(t_1) + D_{\text{Pr}_B}(t_1), \dots, I_{\text{Pr}_A}(t_j) + D_{\text{Pr}_B}(t_j)\}; \quad (5.143)$$

Другой возможный вариант агрегирования энергоинфраструктурных проектов Pr_A, Pr_B представлен символической записью (5.144):

$$\xrightarrow{3} \quad Pr_A, Pr_B = \Pi^4, \quad (5.144)$$

где в результате операции образуется новый артельный проект Π^4 , а временной лаг Δ равен трем временным тактам.

Если кортеж моментов финансовой активности Π^4 представить как $\{T^0, T^1, \dots, T^i\}$, то (5.144) можно интерпретировать следующим образом, что момент начала финансовой активности энергоинфраструктурного проекта Pr_A соответствует T^0 , а проекта Pr_B – T^4 .

Если при выполнении операции агрегирования энергоинфраструктурных проектов Pr_A и Pr_B наблюдается ситуация, когда значение временного лага превосходит количество тактов финансовой активности первого из объединяемых проектов, т.е. $T_{Pr_A} < \Delta$ происходит взаимное отдаление искомых проектов друг от друга на количество тактов, равных $\Delta - T_{Pr_A}$.

Очевидно, что если Δ принимает значение из множества $\Delta \in \{0\} \cup \{1, 2, \dots, N\}$, где N – натуральное целое число, то можно сдвигать два проекта друг относительно друга произвольным образом.

Необходимо отметить, что операция агрегирования с временным сдвигом также некоммукативна, т.е. если в (5.144) поменять операнды местами получится новый артельный проект не равный Π^4 .

В данном разделе представлен пример агрегирования двух произвольных энергоинфраструктурных проектов при формировании портфеля проектов, данные операции осуще-

ствляются над всеми энергоинфраструктурными проектами множества $\{P^{\Pi}, O^{\Pi}, B^{\Pi}\}$ и в результате формируется множество портфелей P^1, P^2, \dots, P^N из которых необходимо выбрать максимально эффективный портфель с точки зрения финансовой, коммерческой, технологической и агрегированной ценности.

5.5 Методология завершающего отбора и приоритизации энергоинфраструктурных проектов в портфель

5.5.1 Методы и механизмы отбора энергоинфраструктурных проектов при формировании множеств обязательных и основных проектов

Сформированный на предыдущих этапах пул энергоинфраструктурных проектов состоит из наиболее целесообразных с экономической точки зрения технических и организационных решений, соответствующих стратегическим целям развития энергоинфраструктуры. Однако исходя из ограниченности финансовых и ресурсных возможностей предприятий включение в состав портфеля всех предварительно отобранных проектов невозможно, следовательно, необходимо осуществить их дополнительный отбор по критериям, представленным во втором разделе работы.

Отбор обязательных энергоинфраструктурных проектов осуществляется на основании совокупного показателя эффективности данного типа проектов: P

$$Q(P_k^t) = \{MM(P_k^t), \mathcal{E}_{ин}(P_k^t), PI(P_k^t)\}, \quad \forall t \in [t_0, t_j]. \quad (5.145)$$

$P_k^t \in P^O$

Ограничениями являются:

$$MM_t(P, \alpha) = \sum_{P_k^t \in P^O} MM_t(P_k^t) \cdot \alpha_k \leq S + D; \quad (5.146)$$

$$P_k ResFull = \bigwedge_{m=1}^M \left(AGR(R_m^1(t), \dots, R_m^N(t)) \leq r_m^0 + r_m^{Buy}(t) \right), \forall t \in [t_0, t_j]; \quad (5.147)$$

$$\alpha_k = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N), \quad (5.148)$$

где S – общая сумма средств, выделенных на реализацию портфеля энергоинфраструктурных проектов;

D – предельный уровень дефицита, который может быть временно покрыт за счет привлеченных инвестиционных средств;

α_k – булева переменная, отражающее принятие $\alpha_k = 1$ к реализации, либо неприятие $\alpha_k = 0$ энергоинфраструктурного проекта P_k .

При решении задачи отбора обязательных энергоинфраструктурных проектов целесообразно использовать метод утопической точки. Для этого осуществляется формирование абстрактного «идеального» проекта по правилу

$$P_{id}^t (MM(P_{id}^t), \mathcal{E}_{un}(P_{id}^t), PI(P_{id}^t)); \quad (5.149)$$

$$\begin{aligned} MM(P_{id}^t) &= \min_{P_k^t \in P^O} MM(P_k^t), \mathcal{E}_{un}(P_{id}^t) = \\ &= \max_{P_k^t \in P^O} \mathcal{E}_{un}(P_k^t), PI(P_{id}^t) = \max_{P_k^t \in P^O} PI(P_k^t). \end{aligned} \quad (5.150)$$

Затем осуществляется нормализация показателей эффективности обязательных энергоинфраструктурных проектов по правилу:

$$MM^{norm}(P_k^t) = \frac{MM(P_k^t)}{\min_{P_k^t \in P^O} MM(P_k^t)}; \quad (5.151)$$

$$\mathcal{E}_{un}^{norm}(P_k^t) = \frac{\mathcal{E}_{un}(P_k^t)}{\max_{P_k^t \in P^O} \mathcal{E}_{un}(P_k^t)}; \quad (5.152)$$

$$PI^{norm}(P_k^t) = \frac{PI(P_k^t)}{\max_{P_k^t \in P^O} PI(P_k^t)}. \quad (5.153)$$

Показатели утопического проекта примут значения, равные единице:

$$P'_{id}(MM(P'_{id})=1, \mathcal{E}_{ин}(P'_{id})=1, PI(P'_{id})=1). \quad (5.154)$$

Далее для каждого обязательного энергоинфраструктурного проекта в пространстве векторных оценок рассчитывается расстояние до утопического по формуле

$$l(P'_k) = \sqrt{(1 - MM^{norm}(P'_k))^2 (1 - \mathcal{E}_{ин}^{norm}(P'_k))^2 + (1 - PI^{norm}(P'_k))^2}. \quad (5.155)$$

В результате формируется множество обязательных энергоинфраструктурных проектов P^I , состоящее из проектов, векторные оценки которых близки к идеальным. Мощность P^I определяется полнотой финансового и ресурсного обеспечения, т.е. вступают в силу ограничения (5.146), (5.147).

Процедура отбора основных энергоинфраструктурных проектов сводится к решению задачи многоцелевого выбора. Для построения ряда наиболее предпочтительных вариантов проектов в работе предлагается использовать SAW-метод (метод простого аддитивного взвешивания).

Шаг 1. На первом этапе определяется нормализованная матрица решений.

Совокупный показатель эффективности основных энергоинфраструктурных проектов выглядит следующим образом

$$\mathcal{E}[O_n] = \bar{Q}(O_n) = (MM_n, \mathcal{E}_{инн}, PI_n, K_{эфн}, E'_n, K_n, \Delta C_{Эн}, \Delta \mathcal{E}_{Ан}, \Delta K_{Эн}, k^{\mathcal{E}K}_n, DPP_n, k^{O\phi}_n). \quad (5.156)$$

На основании этого, исходная информация может быть представлена в виде матрицы

$$O = \begin{matrix} O_1 \\ O_2 \\ \vdots \\ O_n \end{matrix} \begin{bmatrix} MM_1 & \mathcal{E}_{ин1} & PI_1 & K_{эф1} & K_1 & E'_1 & \Delta C_{Э1} & \Delta \mathcal{E}_{А1} & \Delta K_{Э1} & k_1^{\mathcal{E}K} & DPP_1 & k_1^{O\phi} \\ MM_2 & \mathcal{E}_{ин2} & PI_2 & K_{эф2} & K_2 & E'_2 & \Delta C_{Э2} & \Delta \mathcal{E}_{А2} & \Delta K_{Э2} & k_2^{\mathcal{E}K} & DPP_2 & k_2^{O\phi} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ MM_n & \mathcal{E}_{инn} & PI_n & K_{эфn} & K_n & E'_n & \Delta C_{Эn} & \Delta \mathcal{E}_{Аn} & \Delta K_{Эn} & k_n^{\mathcal{E}K} & DPP_n & k_n^{O\phi} \end{bmatrix}, \quad (5.157)$$

$j = 1, \dots, n.$

Далее определяется наилучшее значение каждого показателя:

– для минимизируемых показателей эффективности:

$$MM_j^{best} = \min_j MM_j ; \quad (5.158)$$

$$DPP_j^{best} = \min_j DPP_j ; \quad (5.159)$$

$$\Delta C_{\mathfrak{A}j}^{best} = \min_j \Delta C_{\mathfrak{A}j} ; \quad (5.160)$$

$$\Delta \mathfrak{A}_{Aj}^{best} = \min_j \Delta \mathfrak{A}_{Aj} ; \quad (5.161)$$

$$\Delta K_{\mathfrak{A}j}^{best} = \min_j \Delta K_{\mathfrak{A}j} ; \quad (5.162)$$

$$k_j^{\mathfrak{A}K best} = \min_j k_j^{\mathfrak{A}K} ; \quad (5.163)$$

– для максимизируемых показателей эффективности:

$$\mathfrak{A}_{un j}^{best} = \max_j \mathfrak{A}_{un j} ; \quad (5.164)$$

$$E_j'^{best} = \max_j E_j' ; \quad (5.165)$$

$$PI_j^{best} = \max_j PI_j ; \quad (5.166)$$

$$K_{\mathfrak{A}j}^{best} = \max_j \Delta K_{\mathfrak{A}j} ; \quad (5.167)$$

$$K_j^{best} = \max_j K_j ; \quad (5.168)$$

$$k_j^{O\phi best} = \max_j k_j^{O\phi} . \quad (5.169)$$

При сравнении ранее разработанных вариантов нормализация исходной матрицы принятия решений O в матрицу с нормализованными величинами показателей эффективности

\overline{O} проводится методом линейной нормализации шкалы по формулам:

- если показатели эффективности максимизируемы:

$$\overline{\mathcal{E}}_{ин j} = \frac{\mathcal{E}_{ин j}}{\max_j \mathcal{E}_{ин j}}; \quad (5.170)$$

$$\overline{E'}_j = \frac{E'_j}{\max_j E'_j}; \quad (5.171)$$

$$\overline{PI}_j = \frac{PI_j}{\max_j PI_j}; \quad (5.172)$$

$$\overline{K_{\mathcal{E}\phi j}} = \frac{K_{\mathcal{E}\phi j}}{\max_j K_{\mathcal{E}\phi j}}; \quad (5.173)$$

$$\overline{K}_j = \frac{K_j}{\max_j K_j}; \quad (5.174)$$

$$\overline{K^{O\phi}_j} = \frac{K^{O\phi}_j}{\max_j K^{O\phi}_j}; \quad (5.175)$$

– если показатели эффективности минимизируемы:

$$\overline{MM}_j = \frac{\min_j MM_j}{MM_j}; \quad (5.176)$$

$$\overline{DPP}_j = \frac{\min_j DPP_j}{DPP_j}; \quad (5.177)$$

$$\overline{\Delta C_{\mathcal{E} j}} = \frac{\min_j \Delta C_{\mathcal{E} j}}{\Delta C_{\mathcal{E} j}}; \quad (5.178)$$

$$\overline{\Delta \mathcal{E}_{A j}} = \frac{\min_j \Delta \mathcal{E}_{A j}}{\Delta \mathcal{E}_{A j}}; \quad (5.179)$$

$$\overline{\Delta K_{\mathfrak{A}_j}} = \frac{\min_j \Delta K_{\mathfrak{A}_j}}{\Delta K_{\mathfrak{A}_j}} ; \quad (5.180)$$

$$\overline{k^{\mathfrak{A}_j}} = \frac{\min_j k^{\mathfrak{A}_j}}{k^{\mathfrak{A}_j}} . \quad (5.181)$$

Таким образом, матрица с нормализованными величинами показателей эффективности \overline{O} имеет вид:

$$\overline{O} = \begin{matrix} O_1 \\ O_2 \\ \vdots \\ O_n \end{matrix} \begin{bmatrix} \overline{MM_1} & \overline{\mathfrak{A}_{u_1}} & \overline{PI_1} & \overline{K_{\mathfrak{A}_{\phi_1}}} & \overline{K_1} & \overline{E'_1} & \overline{\Delta C_{\mathfrak{A}_1}} & \overline{\Delta \mathfrak{A}_{\mathfrak{A}_1}} & \overline{\Delta K_{\mathfrak{A}_1}} & \overline{k_1^{\mathfrak{A}_1}} & \overline{DPP_1} & \overline{k_1^{O_6}} \\ \overline{MM_2} & \overline{\mathfrak{A}_{u_2}} & \overline{PI_2} & \overline{K_{\mathfrak{A}_{\phi_2}}} & \overline{K_2} & \overline{E'_2} & \overline{\Delta C_{\mathfrak{A}_2}} & \overline{\Delta \mathfrak{A}_{\mathfrak{A}_2}} & \overline{\Delta K_{\mathfrak{A}_2}} & \overline{k_2^{\mathfrak{A}_2}} & \overline{DPP_2} & \overline{k_2^{O_6}} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \overline{MM_n} & \overline{\mathfrak{A}_{u_n}} & \overline{PI_n} & \overline{K_{\mathfrak{A}_{\phi_n}}} & \overline{K_n} & \overline{E'_n} & \overline{\Delta C_{\mathfrak{A}_n}} & \overline{\Delta \mathfrak{A}_{\mathfrak{A}_n}} & \overline{\Delta K_{\mathfrak{A}_n}} & \overline{k_n^{\mathfrak{A}_n}} & \overline{DPP_n} & \overline{k_n^{O_6}} \end{bmatrix}, \quad (5.182)$$

$j = 1, \dots, n .$

Шаг 2. Каждому показателю эффективности экспертным методом присваиваются величины значимости q в пределах 1.

Следует отметить, что групповая оценка считается достаточно надежной лишь в том случае, когда мнения опрашиваемых специалистов согласованы. Поэтому, исследуя полученную от экспертов информацию статистически, необходимо оценить согласованность их мнений и установить причины неоднородности информации.

По каждой анкете устанавливаются ранги значимости показателей (табл. 21).

Средний ранг устанавливается по формуле:

$$\overline{t_j} = \left(\sum_{k=1}^r t_{jk} \right) : r , \quad (5.183)$$

где t_{jk} – оценка j -го показателя экспертом k ;

r – количество экспертов.

Надежность экспертизы может быть выражена через коэффициент конкордации, уровень согласованности отдельных мнений и определяемый по выражению:

$$\overline{W} = \frac{12S}{r^2(n^3 - n) - r \sum_{k=1}^r T_k}, \quad (5.184)$$

где S – сумма квадратов отклонения итогов оценок каждого показателя эффективности:

$$S = \sum_{j=1}^n \left[\sum_{k=1}^r t_{jk} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{jk} \right]^2; \quad (5.185)$$

$$T_k = \sum_{l=1}^{H_l} (h_l^3 - h_l), \quad (5.186)$$

где T_k – показатель связанных рангов в k -й ранжировке;

H_l – число групп равных рангов в k -й ранжировке;

h_l – число равных рангов в l -й группе связанных рангов при ранжировке k -м экспертом;

t_{jk} – ранг, присваиваемый k -м экспертом j -му показателю эффективности;

r – число экспертов;

n – число показателей эффективности.

Если связанные ранги отсутствуют, коэффициент конкордации определяется по выражению:

$$\overline{W} = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)}. \quad (5.187)$$

Коэффициент конкордации равен 1, если все ранжировки экспертов одинаковы, и равен 0, если все они различны, т.е. не совпадают.

Таблица 5.21 – Результаты опроса экспертов

Показатель эффективности	MM_n	Δ_{max}	PI_n	$K_{эфн}$	K_n	E'_n	$\Delta C_{\Delta n}$	$\Delta \Delta_{\Delta n}$	$\Delta K_{\Delta n}$	$k^{\Delta n}_n$	DPP_n	$k^{\Delta n}_n$
	Эксперт	Ранги значимости показателей										
E_1	t_{11}	t_{21}	t_{31}	t_{41}	t_{51}	t_{61}	t_{71}	t_{81}	t_{91}	t_{101}	t_{111}	t_{121}
E_2	t_{12}	t_{22}	t_{32}	t_{42}	t_{52}	t_{62}	t_{72}	t_{82}	t_{92}	t_{102}	t_{112}	t_{122}
...
E_r	t_{1r}	t_{2r}	t_{3r}	t_{4r}	t_{5r}	t_{6r}	t_{7r}	t_{8r}	t_{9r}	t_{10r}	t_{11r}	t_{12r}
Сумма рангов	$\sum_{i=1}^k t_{1k}$	$\sum_{i=1}^k t_{2k}$	$\sum_{i=1}^k t_{3k}$	$\sum_{i=1}^k t_{4k}$	$\sum_{i=1}^k t_{5k}$	$\sum_{i=1}^k t_{6k}$	$\sum_{i=1}^k t_{7k}$	$\sum_{i=1}^k t_{8k}$	$\sum_{i=1}^k t_{9k}$	$\sum_{i=1}^k t_{10k}$	$\sum_{i=1}^k t_{11k}$	$\sum_{i=1}^k t_{12k}$
Средний ранг	\bar{t}_1	\bar{t}_2	\bar{t}_3	\bar{t}_4	\bar{t}_5	\bar{t}_6	\bar{t}_7	\bar{t}_8	\bar{t}_9	\bar{t}_{10}	\bar{t}_{11}	\bar{t}_{12}

Коэффициент, определяемый по выражениям (5.184) и (5.187), представляет собой случайную величину. Для определения значимости коэффициента конкордации необходимо знать распределение частот для различных значений числа экспертов r и количества n сравниваемых объектов. Значимость коэффициента конкордации определяется по формуле

$$x^2 = \frac{12S}{rn(n+1) - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^r T_k^2} . \quad (5.188)$$

Если рассчитанное по выражению (6.50) значение x^2 больше, чем табличное $x_{табл}^2$, зависящее от числа степеней свободы и принятого уровня значимости, то гипотеза о согласованности мнений экспертов в ранжировках принимается. В противном случае, когда $x^2 < x_{табл}^2$, считается, что мнения экспертов не согласованы и существенно различаются.

Исходя из того, что в рамках портфеля основная задача основных энергоинфраструктурных проектов заключается в генерации дополнительного дохода, который участвует в процессе реинвестирования при реализации обязательных энергоинфраструктурных проектов, нами предлагаются следующие величины значимости показателей эффективности (табл. 5.22).

Таблица 5.22 – Величины значимости показателей эффективности

Показатель эффективности	MM_n	$\mathcal{E}_{инп}$	PI_n	$K_{эфп}$	K_n	E'_n	$\Delta C_{Эн}$	$\Delta \mathcal{E}_{Ан}$	$\Delta K_{Эн}$	$k^{\mathcal{E}K}_n$	DPP_n	k^{O6}_n
Ранги значимости показателей	0,15	0,3	0,1	0,09	0,05	0,1	0,06	0,01	0,05	0,03	0,02	0,04

Используя величины значимости показателей эффективности (табл. 6.2) элементы столбцов матрицы \bar{O} умножаются на соответствующие их значения, т.е. определяется матрица взвешенных показателей эффективности \hat{O} :

$$\hat{O} = \begin{bmatrix} 0,15\overline{MM_1} & 0,3\overline{\mathcal{O}_{m1}} & 0,1\overline{PI_1} & 0,09\overline{K_{\mathcal{O}h_1}} & 0,05\overline{K_1} & 0,1\overline{E'_1} & 0,06\overline{\Delta C_{\mathcal{O}_1}} & 0,01\overline{\Delta \mathcal{O}_1} & 0,05\overline{\Delta K_{\mathcal{O}_1}} & 0,03\overline{k_1^{3c}} & 0,02\overline{DPP_1} & 0,04\overline{k_1^{O6}} \\ 0,15\overline{MM_2} & 0,3\overline{\mathcal{O}_{m2}} & 0,1\overline{PI_2} & 0,09\overline{K_{\mathcal{O}h_2}} & 0,05\overline{K_2} & 0,1\overline{E'_2} & 0,06\overline{\Delta C_{\mathcal{O}_2}} & 0,01\overline{\Delta \mathcal{O}_2} & 0,05\overline{\Delta K_{\mathcal{O}_2}} & 0,03\overline{k_2^{3c}} & 0,02\overline{DPP_2} & 0,04\overline{k_2^{O6}} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,15\overline{MM_n} & 0,3\overline{\mathcal{O}_{mn}} & 0,1\overline{PI_n} & 0,09\overline{K_{\mathcal{O}h_n}} & 0,05\overline{K_n} & 0,1\overline{E'_n} & 0,06\overline{\Delta C_{\mathcal{O}_n}} & 0,01\overline{\Delta \mathcal{O}_n} & 0,05\overline{\Delta K_{\mathcal{O}_n}} & 0,03\overline{k_n^{3c}} & 0,02\overline{DPP_n} & 0,04\overline{k_n^{O6}} \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} MM_1 & \mathcal{O}_{m1} & PI_1 & K_{\mathcal{O}h_1} & K_1 & E'_1 & \Delta C_{\mathcal{O}_1} & \Delta \mathcal{O}_1 & \Delta K_{\mathcal{O}_1} & k_1^{3c} & DPP_1 & k_1^{O6} \\ MM_2 & \mathcal{O}_{m2} & PI_2 & K_{\mathcal{O}h_2} & K_2 & E'_2 & \Delta C_{\mathcal{O}_2} & \Delta \mathcal{O}_2 & \Delta K_{\mathcal{O}_2} & k_2^{3c} & DPP_2 & k_2^{O6} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ MM_n & \mathcal{O}_{mn} & PI_n & K_{\mathcal{O}h_n} & K_n & E'_n & \Delta C_{\mathcal{O}_n} & \Delta \mathcal{O}_n & \Delta K_{\mathcal{O}_n} & k_n^{3c} & DPP_n & k_n^{O6} \end{bmatrix}. \quad (5.189)$$

Шаг 3. Используя матрицу \hat{O} , определяем критерий эффективности каждого из альтернативных проектов O_i . Составляем вектор-столбец значений:

$$K_i = \frac{1}{11} \sum_{j=1}^{11} Q_{ij}, i = 1, \dots, n; \quad j = [1, 11], \quad (5.190)$$

где $\sum_{j=1}^{11} Q_{ij}$ – суммарный взвешенный вектор эффективности

i -го основного энергоинфраструктурного проекта.

Оптимальный вариант принимаемого решения определяется из выражения

$$K^{opt} = \left\{ O_i \left| \max_i \frac{1}{11} \sum_{j=1}^{11} q_j \overline{Q}_{ij} \right. \right\}, i = 1, \dots, n; j = [1, 11]; \sum_{j=1}^{11} q_j = 1, \quad (5.191)$$

где \overline{Q}_{ij} – значение j -го показателя эффективности i -го основного энергоинфраструктурного проекта.

Шаг 4. Осуществляется отбор основных энергоинфраструктурных проектов по принципу близости к K^{opt} и в соответствии с ограничениями.

В результате формируется множество основных энергоинфраструктурных проектов O'' , состоящее из проектов, векторные оценки которых близки к оптимальным.

В случае применения необходимых адаптивных технологий, направленных на ребалансировку, реоптимизацию либо формирование нового портфеля энергоинфраструктурных проектов, отбор проектных предложений осуществляется с применением тех же моделей и методов, которые представлены в данном подразделе. При этом при включении в состав новых энергоинфраструктурных проектов процесс отбора затрагивает все еще не реализованные компоненты портфеля.

При реализации параметрической адаптации, связанной с изменением характеристик энергоинфраструктурных проектов, соответственно изменяются компоненты операторов оценивания эффективности, а сами методы и модели отбора могут оставаться неизменными.

5.5.2 Разработка метода и механизма приоритезации обязательных и основных энергоинфраструктурных проектов при формировании портфеля

Большинству отечественных предприятий присуща, в той или иной мере, ограниченность финансовых ресурсов. В связи с этим обстоятельством перед предприятиями стоит задача из множества проектов и направлений использования средств выбрать те, которые дают наибольший эффект с точки зрения достижения стратегических целей развития их энергоинфраструктур. Таким образом в процессе формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов необходимо осуществлять приоритезацию отобранных ранее проектов.

Приоритетность энергоинфраструктурных проектов в первую очередь определяется соответствием стратегическим направлениям, основным из которых является повышение энергоэффективности и уровня надежности энергоинфраструктуры предприятия. С точки зрения внутренней среды

эти два направления неразделимы, т.к. повышение показателей энергетической эффективности в результате реализации энергоинфраструктурных проектов влечет за собой улучшение показателей внутренних факторов энергетической безопасности энергоинфраструктуры предприятия и наоборот. В то же время второе стратегическое направление также имеет своей целью повышение внешних параметров энергетической безопасности предприятия, реализация которой регламентируется законодательными и нормативными требованиями.

В связи с этим главная сложность приоритезации энергоинфраструктурных проектов заключается в сравнении проектов, реализация которых направлена на достижение разных стратегических целей. Поэтому возникает необходимость в инструменте отбора проектов, который обеспечивал бы такие оценку и сравнительный анализ, чтобы в портфель попали энергоинфраструктурные проекты с разными целями, но обязательно соответствующие стратегии развития энергоинфраструктуры.

Таким инструментом является ранжирование энергоинфраструктурных проектов, представляющее собой процесс сравнения и распределения в порядке убывания приоритета проектов при формировании портфеля для достижения стратегических целей в рамках существующих условий финансирования.

Наиболее распространенным решением при выборе проектов является применение перечня условий, которые обязательно должны выполняться. Это могут быть требования к уровню доходности проектов, степени проработки проектной документации и т.д. После получения множества проектов, соответствующих поставленным требованиям, их дальнейший отбор осуществляется на основании субъективных оценок лиц, принимающих решения. Проблемами в дан-

ном случае являются отсутствие количественной оценки соответствия проектов стратегическим целям предприятия и принятие решений на основании общих представлений о необходимости развития каждого стратегического направления. В связи с этим предприятиям необходим инструмент для выбора энергоинфраструктурных проектов, учитывающий соответствие проектов стратегическим целям, т.е. создание универсального решения для формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов, использующего преимущества общепринятых методов ранжирования, обеспечивающего выбор проектов на основании соответствия стратегии развития энергоинфраструктуры, исключающего субъективные оценки при выборе проектов, а также практически применимого с точки зрения простоты и трудоемкости.

В ходе создания данного решения были сформулированы требования к ранжированию как инструменту отбора энергоинфраструктурных проектов:

- определение значимости проектов в соответствии со стратегическими целями развития энергоинфраструктуры предприятия;
- комплексная оценка, учитывающая различные эффекты от реализации энергоинфраструктурного проекта;
- определение приоритета проекта в виде итоговых оценок;
- использование процедур, исключающих субъективное принятие решений.

Основой предложенного подхода является оценка энергоинфраструктурных проектов на основании характеризующих их показателей. Данное решение обусловлено тем, что энергоинфраструктурные проекты обладают рядом различий: неодинаковые эффекты и условия реализации, получение эффектов в рамках энергоинфраструктуры предприятия или для энергосистемы региона в целом. Поэтому не-

корректно использовать для всех проектов одинаковые критерии, так как часть этих проектов, обладающих специфическими свойствами, может быть недооценена.

Оценка энергоинфраструктурных проектов возможна при их категоризации по целевой принадлежности. В результате формируются три группы проектов: «обязательные», «основные» и «вспомогательные».

После определения категорий определяются критерии для оценки проектов в рамках каждой группы, на основании которых и осуществляется их отбор.

В результате оценки отобранные энергоинфраструктурные проекты внутри каждой группы ранжируются в порядке убывания вектора приоритета по совокупному критерию эффективности.

Приоритезация энергоинфраструктурных проектов в портфеле имеет ряд особенностей, т.к. предусматривается обязательное включение в состав портфеля проектов первой группы. Поэтому расстановку энергоинфраструктурных проектов в портфеле целесообразно осуществлять согласно выбранной модели финансирования. Таким образом, включение проектов в состав портфеля начинается с наиболее приоритетных энергоинфраструктурных проектов с точки зрения общего вектора эффективности (это обычно проекты второй группы) и далее по нисходящей. Такая процедура исключает принятие субъективных решений и позволяет сформировать удовлетворяющий требованиям и возможностям предприятия портфель энергоинфраструктурных проектов.

В общем виде процедура приоритизации энергоинфраструктурных проектов при формировании портфеля включает следующие этапы:

1. Отсечение проектов, не соответствующих стратегическим направлениям развития энергоинфраструктуры предприятия.

2. Распределение энергоинфраструктурных проектов по категориям.

3. Отбор комплексных проектов, позволяющих достигать нескольких задач, подцелей, целей стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия.

4. Отсечение технологически нецелесообразных проектов, отбор наиболее целесообразных в результате проведения ТЭО.

3. Оценка и отбор энергоинфраструктурных проектов в соответствии с групповыми критериями.

4. Формирование перечней энергоинфраструктурных проектов в порядке убывания приоритета.

5. Включение проектов в состав портфеля в соответствии с моделью финансирования и с учетом портфельных ограничений.

Применение такого механизма возможно при решении задач, вызванных необходимостью объективной оценки энергоинфраструктурных проектов при формировании портфеля в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

Рассмотрим построение математической модели, которая позволит осуществить ранжирование обязательных и основных энергоинфраструктурных проектов.

Основу данной модели составляет подход, предложенный Т. Саати [183]. Сущность данного подхода состоит в том, чтобы сформировать обратно-симметричную матрицу попарных сравнений, а затем определить вектор приоритетов для соответствующих критериев. Иначе говоря, вектор приоритетов представляет собой нормализованный собственный вектор матрицы попарных сравнений. При этом необходимо учесть ограничение на отношение согласованности.

Следует отметить, что отношение согласованности имеет следующий вид:

$$OS = \frac{IS}{SI}, \quad (5.192)$$

где IS – индекс согласованности;

SI – случайный индекс [183].

Индекс согласованности может быть определен следующим образом:

$$IS = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (5.193)$$

где λ_{\max} – максимальное собственное значение;

n – количество критериев.

Таким образом, приемлемым является отношение согласованности $OS \geq 0,1$.

Рассмотрим построение матрицы попарных сравнений для критериев эффективности, позволяющих осуществить ранжирование обязательных энергоинфраструктурных проектов:

$$A(P) = \begin{bmatrix} 1 & \mathcal{E}_{ин_k}/PI_k \\ PI_k/\mathcal{E}_{ин_k} & 1 \end{bmatrix}. \quad (5.194)$$

Данная матрица позволит нам определить вектор приоритетов для критериев $\mathcal{E}_{ин_k}$ и PI_k . Данный вектор будет иметь следующий вид:

$$Q(P) = \begin{bmatrix} QP_1 \\ QP_2 \end{bmatrix}. \quad (5.195)$$

Далее, построим матрицы попарных сравнений для обязательных энергоинфраструктурных проектов по каждому из критериев [173]:

$$B_1(\mathcal{E}_{ин_k}) = \begin{bmatrix} 1 & P_1/P_2 & P_1/P_3 & \cdots & P_1/P_k \\ P_2/P_1 & 1 & P_2/P_3 & \cdots & P_2/P_k \\ P_3/P_1 & P_3/P_2 & 1 & \cdots & P_3/P_k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_k/P_1 & P_k/P_2 & P_k/P_3 & \cdots & 1 \end{bmatrix}; \quad (5.196)$$

$$B_2(PI_k) = \begin{bmatrix} 1 & P_1/P_2 & P_1/P_3 & \cdots & P_1/P_k \\ P_2/P_1 & 1 & P_2/P_3 & \cdots & P_2/P_k \\ P_3/P_1 & P_3/P_2 & 1 & \cdots & P_3/P_k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_k/P_1 & P_k/P_2 & P_k/P_3 & \cdots & 1 \end{bmatrix}; \quad (5.197)$$

Вектор приоритетов обязательных энергоинфраструктурных проектов по критерию $\mathcal{E}_{ин_k}$ имеет следующий вид:

$$Q_1(\mathcal{E}_{ин_k}) = \begin{bmatrix} Q\mathcal{E}_{ин_1} \\ Q\mathcal{E}_{ин_2} \\ Q\mathcal{E}_{ин_3} \\ \vdots \\ Q\mathcal{E}_{ин_k} \end{bmatrix}. \quad (5.198)$$

В то же время вектор приоритетов обязательных энергоинфраструктурных проектов по критерию PI_k может быть записан таким образом:

$$Q_2(PI) = \begin{bmatrix} QPI_1 \\ QPI_2 \\ QPI_3 \\ \vdots \\ QPI_k \end{bmatrix}. \quad (5.198,a)$$

Следовательно, общее ранжирование обязательных энергоинфраструктурных проектов одновременно по критериям $\mathcal{E}_{ин_k}$ и PI_k может быть осуществлено при помощи следующего вектора:

$$G_P = \begin{bmatrix} Q\mathcal{E}_{ин_1} & QPI_1 \\ Q\mathcal{E}_{ин_2} & QPI_2 \\ Q\mathcal{E}_{ин_3} & QPI_3 \\ \vdots & \vdots \\ Q\mathcal{E}_{ин_k} & QPI_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} QP_1 \\ QP_2 \end{bmatrix}. \quad (5.199)$$

Таким образом, мы получим множество указанных про-ранжированных проектов P^Π , мощность которого равна k' .

Аналогично выполним ранжирование основных энергоинфраструктурных проектов O по критериям MM_n , $\mathcal{E}_{инн}$, PI_n , $K_{эфн}$, K_n , E'_n , $\Delta C_{Эн}$, $\Delta \mathcal{E}_{Ан}$, $\Delta K_{Эн}$, $k_n^{\mathcal{E}к}$, DPP_n , $k_n^{Об}$. Матрица попарных сравнений критериев будет иметь вид, как показано на рисунке 5.8.

Вектор приоритетов для данных критериев запишем следующим образом (5.200):

$$Q(O) = \begin{bmatrix} QO_1 \\ QO_2 \\ QO_3 \\ QO_4 \\ QO_5 \\ QO_6 \\ QO_7 \\ QO_8 \\ QO_9 \\ QO_{10} \\ QO_{11} \\ QO_{12} \end{bmatrix}. \quad (5.200)$$

Аналогично (5.196) и (5.197) можно сформировать матрицы попарных сравнений основных энергоинфраструктурных проектов $B_1(MM_n)$, $B_2(\mathcal{E}_{unn})$, $B_3(PI_n)$, $B_4(K_{\mathcal{E}fn})$, $B_5(K_n)$, $B_6(E'_n)$, $B_7(\Delta C_{\mathcal{E}n})$, $B_8(\Delta \mathcal{E}_{An})$, $B_9(\Delta K_{\mathcal{E}n})$, $B_{10}(k_n^{\mathcal{E}k})$, $B_{11}(DPP_n)$, $B_{12}(k_n^{O\delta})$. Данные матрицы позволят определить вектора приоритетов основных энергоинфраструктурных проектов по каждому критерию Q_i , $i = 1, 2, \dots, 12$.

Таким образом, ранжирование основных энергоинфраструктурных проектов одновременно по всем указанным критериям можно осуществить при помощи следующего вектора:

$$G_O = M(O) \cdot Q(O). \quad (5.201)$$

где $M(O)$ – матрица, столбцы которой сформированы из векторов Q_i , $i = 1, 2, \dots, 12$.

В результате формируется множество указанных про-
ранжированных проектов O'' , мощность которого равна n' .

При параметрической и структурной адаптации пред-
ставленные модели могут корректироваться по составу кри-
териев эффективности в рамках каждой группы.

В случае ребалансировки, реоптимизации или форми-
рования нового портфеля энергоинфраструктурных проектов
представленные ранжирования осуществляются в рамках со-
ответствующих процессов.

Ранжирование всей совокупности энергоинфраструк-
турных проектов вне групп нецелесообразно, т.к. обязатель-
ные энергоинфраструктурные проекты, нереализация кото-
рых чревата для предприятия различного рода взысканиями
либо наказуема, соответственно всегда будут иметь больший
приоритет по сравнению с даже более выгодными по
всем параметрам основными энергоинфраструктурными
проектами.

5.6 Определение условий и механизма балансировки портфеля энергоинфраструктурных проектов

В настоящее время в Украине действуют Закон «Об
энергосбережении», регламентирующий осуществление
энергоэффективной государственной политики, а также
«Стратегия энергосбережения до 2030 года». Несмотря на
это, предприятия при реализации проектов по повышению их
энергетической эффективности и безопасности не получают
существенной государственной поддержки, что обусловлено
прежде всего недостаточной юридической и экономической
проработкой вопросов стимулирования эффективного энер-
го- и ресурсопотребления.

Унаследованные из прошлого нормативные и методи-
ческие материалы, касающиеся экономии денежных средств

при реализации энергоинфраструктурных проектов, в условиях рынка не могут стать основой для конструктивных и эффективных действий. К сожалению, приходится констатировать отсутствие:

- практики доказательного мониторинга экономии денежных средств после внедрения проектов по энергосбережению;
- возможности локализовать эффект от реализации проектов и накапливать полученную прибыль на отдельном субсчете для последующего финансирования развития энергоэффективной инфраструктуры;
- проработанных и утвержденных норм и правил по определению периода, за который начисляется экономия, и базы сравнения.

Вследствие размытости предмета экономии и отсутствия четких гарантий возврата вложенных средств большинство предприятий и потенциальных инвесторов не заинтересованы в реализации энергоинфраструктурных проектов. Не менее значимыми негативными факторами являются отсутствие общепринятых правил распределения денежных средств, полученных от реализации подобных проектов, а также номинальный характер государственного стимулирования и поддержки предприятий в сфере повышения энергоэффективности и энергобезопасности. В результате при решении этих задач предприятиям приходится рассчитывать только на себя. Залогом сохранения и развития их энергетической инфраструктуры в условиях перманентной финансово-экономической нестабильности является адекватный выбор источников финансирования энергоинфраструктурных проектов, учитывающий ограничения внешней и внутренней среды.

В основе экономики рыночного типа на микроуровне лежит пятиэлементная система финансирования, вклю-

чающая: самофинансирование, прямое финансирование посредством механизмов рынка капитала, банковское кредитование, бюджетное финансирование и взаимное финансирование хозяйствующих субъектов.

На современном этапе развития мировых рыночных отношений в качестве основных способов наращивания экономического потенциала хозяйствующих субъектов рассматриваются только рынки капиталов, собственная прибыль предприятия и банковские кредиты. При этом финансирование за счет рынка капиталов в принципе затруднительно для многих коммерческих структур, а банковское кредитование предприятий в нынешних условиях осложнено из-за геополитических и геоэкономических кризисов и катаклизмов.

Формирование схем финансирования энергоинфраструктурных проектов базируется в основном на так называемом потенциальном подходе, согласно которому оценка затрат основывается на потенциале энергоресурсоэкономии. Все возможные энергоинфраструктурные проекты группируются в таблицу, в которой суммируются затраты на их реализацию и прописываются источники финансирования. Однако такой подход исчерпал себя в связи с тем, что большинство малозатратных и быстроокупаемых проектов уже реализованы. Поскольку доступные возможности повышения энергоэффективности использованы, механизмы финансирования проектов, основанные на привлечении внешних займов, утратили былую продуктивность.

Можно утверждать, что для украинских предприятий наступила фаза среднесрочных и долгосрочных энергоинфраструктурных проектов, когда получение одного и того же эффекта на каждом этапе их реализации требует все большего объема инвестиций. В связи с этим возникает необходимость применения нового подхода к формированию финансовых схем развития энергоинфраструктуры, который услов-

но можно назвать кинетическим. При данном подходе размер требуемых инвестиций определяется возможностями возврата вложенных средств, т.е. часть предлагаемых энергоинфраструктурных проектов не будет принята к реализации из-за высоких рисков невозврата средств. Именно вследствие роста числа рискованных ситуаций, связанных с невозвратом инвестиций, использование только внешних займов как источников финансирования в средне- и долгосрочной фазе представляется нецелесообразным – и в качестве основного источника ресурсного обеспечения реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов все чаще рассматривается самофинансирование.

Суть подхода, названного нами кинетическим, заключается в определении последовательности реализации проектов с целью минимизации объема привлеченных средств при условии, что доход, полученный от уже реализованных проектов, может косвенно рефинансироваться в новые.

Понятие рефинансирования является условным в связи с тем, что в бухгалтерском и финансовом учетах не предусмотрены соответствующие счета и механизмы, позволяющие вычленять прибыль, полученную в результате реализации конкретных энергоинфраструктурных проектов, из общего оборота денежных средств. С точки зрения финансового учета эффект от реализации таких проектов выражается в снижении общих затрат на производство, а именно:

- снижении переменных и условно-постоянных расходов на энергоресурсы;
- сокращении платы за выбросы предельно допустимого количества загрязняющих веществ в окружающую среду и суммы штрафов за превышение установленных лимитов;
- снижении фонда оплаты труда вследствие автоматизации некоторых процессов;

- сокращении отчислений в ремонтный фонд. Таким образом, в результате реализации совокупности энергоинфраструктурных проектов по приведенной схеме расходы предприятия на производство снизятся, благодаря чему появится возможность финансирования данного вида деятельности за счет чистой прибыли и амортизационных отчислений при введении в эксплуатацию нового оборудования.

Следует иметь в виду, что из-за несовпадения периодов окупаемости энергоинфраструктурных проектов могут возникать периоды отсутствия ожидаемых экономических эффектов. Поэтому портфель проектов необходимо формировать с учетом того, что сальдо его бюджета в каждый период финансовой активности должно быть положительным. К моменту начала реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов (T^{St}) должно выполняться условие:

$$PFibFull^{St} = \Pi(T^{\max}) < (S + D), \quad (5.202)$$

где $PFibFull^{St}$ – логический предикат, который характеризует полноту финансового обеспечения портфеля (Π) в момент его реализации (T^{St});

$\Pi(T^{\max})$ – профиль затрат инвестиционных средств портфеля (множество входящих подпотоков, наблюдаемых в моменты финансовой активности портфеля);

T^{\max} – полное время осуществления портфеля;

S – общая сумма средств, выделенных на реализацию портфеля;

D – предельный уровень дефицита.

Если условие (5.202) выполняется, имеющихся средств хватит на выполнение всех энергоинфраструктурных проектов в любой последовательности. В противном случае необходимо выработать оптимальную последовательность ре-

лизации проектов, позволяющую осуществить их в полном объеме за счет имеющихся у предприятия средств.

Рассмотрим идеальный случай, когда технологически зависимые энергоинфраструктурные проекты объединены в артели и представляют собой единые комплексные проекты. В этом случае время начала любого проекта (t_A) не зависит от старта остальных.

Введем следующие параметры:

S – общая сумма собственных средств, выделенных (запланированных) на реализацию портфеля энергоинфраструктурных проектов;

$\Delta I^{внешн}$ – величина внешних инвестиций (равна предельному уровню дефицита), привлечение которых не будет иметь негативных последствий для финансово-хозяйственной деятельности предприятия;

r_{cp} – средневзвешенное значение нормы дисконта;

α – множитель дисконта при r_{cp} ;

$CUM(II(T^i))$ – кумулятивный профиль затрат портфеля проектов;

$CUM(DP(T^i))$ – кумулятивный профиль доходов портфеля проектов, где $DP(T^i)$ – множество исходящих подпотоков;

$T(Pr_A)$ – продолжительность проекта или артели проектов;

N – общее количество проектов в портфеле.

Финансовый баланс портфеля энергоинфраструктурных проектов в любой момент времени жизненного цикла портфеля $T^i \in T^{\max} = \{T^{St}, T^{Fin}\}$ имеет вид:

$$f(T^i) = S + \Delta I^{внешн} \alpha - CUM(II(T^i)) \alpha \varphi(T^i \geq t_A) + \\ + CUM(DP(T^i)) \alpha \varphi(T^i \geq t_A + T(Pr_A)), \quad (5.203)$$

где $t_A > 0$, а функция-индикатор определяется следующим образом:

$$\varphi(T^i \geq t_A) = \begin{cases} 1, T^i \geq t_A, \\ 0, T^i < t_A. \end{cases} \quad (5.204)$$

Из (5.204) следует, что энергоинфраструктурный проект Pr_A можно реализовать только в том случае, когда $f(t_A) > 0$. Исходя из того, что время начала любого проекта произвольно, имеем: $f(T^i) \geq 0, \forall T^i \in [0, T^{\max}]$, где

$$T^{\max} = \max \left\{ t_{A=1, N} + T(\text{Pr}_A) \right\}. \quad (5.205)$$

Очевидно, что время завершения портфеля проектов не может быть меньше наиболее продолжительного из энергоинфраструктурных проектов при одновременном (параллельном) их выполнении и не может превышать суммы временных периодов реализации проектов при их последовательной реализации и отсутствии перерывов, т.е. всегда выполняется условие

$$\max_{\text{Pr}_A \in \{P^{\Pi}, O^{\Pi}, B^{\Pi}\}} T(\text{Pr}_A) \leq T^{\max} \leq \sum_{A=1}^N T(\text{Pr}_A), \quad (5.206)$$

где $P^{\Pi}, O^{\Pi}, B^{\Pi}$ – множества обязательных, основных и вспомогательных энергоинфраструктурных проектов соответственно.

В рамках описанной модели самофинансирования портфеля энергоинфраструктурных проектов оптимизационная задача сводится к выбору последовательности реализации проектов, минимизирующей суммарную величину привлечения внешних инвестиций, при этом отсутствует ограничение по директивному сроку полной продолжительности портфеля:

$$\begin{cases} S \rightarrow III \\ \{T^{St}; T^{Fin}\} \\ D \rightarrow \min \\ \{t_A\} \\ f(T^i) \geq 0, \forall T^i \geq 0 \end{cases} \quad (5.207)$$

Необходимо найти наиболее эффективную последовательность реализации энергоинфраструктурных проектов, т.е. определить оптимальный механизм финансирования портфеля.

Исходя из сути метода самофинансирования минимум суммарной величины внешних инвестиций достигается при последовательном выполнении энергоинфраструктурных проектов в рамках портфеля. В этом случае время выполнения портфеля не зависит от порядка реализации проектов и равно

$$T^{\max} = \sum_{A=1}^N T(\Pr_A). \quad (5.208)$$

Решить задачи определения последовательности реализации проектов при минимизации величины внешних инвестиций можно с применением теории графов.

Построим $(n + 1)$ – вершинный граф, в котором вершинам $1, 2, \dots, N$ соответствуют энергоинфраструктурные проекты $\Pr_1, \Pr_2, \dots, \Pr_N$ (рис. 5.9). Реализация портфеля проектов каким-либо одним из возможных способов определяется некоторым гамильтоновым контуром $\mu = (\Pr_1, \Pr_2, \dots, \Pr_N)$, где первой является вершина \Pr_1 и т.д.

Каждая вершина i связана с любой другой вершиной) двуправленной дугой. Длина дуги I_{ij} соответствует разности между приведенными затратами на реализацию j – го

проекта и условным доходом, полученным после завершения i -го проекта (под длительностью проекта подразумевается отрезок времени до момента получения эффекта от реализации данного проекта, т.е. учитывается период его окупаемости): $l_{ij} = I(\text{Pr}_j)\alpha - D(\text{Pr}_i)\alpha$. Таким образом, начало j -го проекта, требующего затрат $I(\text{Pr}_j)$, соответствует заходу некоторой дуги в вершину j , а окончание i -го проекта, приносящего доход $D(\text{Pr}_i)$, соответствует исходу дуги из вершины i .

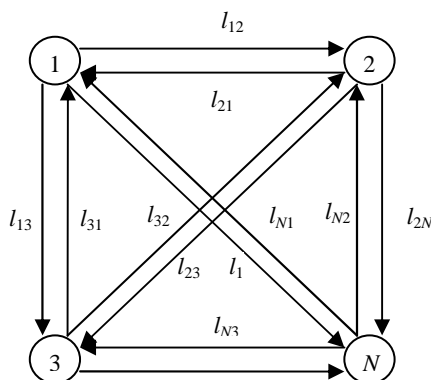


Рисунок 5.9 – Граф произвольного условно самоокупающегося портфеля энергоинфраструктурных проектов

С учетом того, что технологически зависимые энергоинфраструктурные проекты уже объединены в артели и воспринимаются как единые комплексные проекты, граф является полным, симметричным и (в соответствии с введенным выше определением длины дуги) псевдопотенциальным, т.е. длина любого его гамильтонова контура равна одному и тому же числу. Таким образом, вне зависимости от последовательности вершин (проектов) гамильтонова контура суммарная длина дуг остается инвариантной величиной $\sum_{i=1}^N I_i - D_i$.

Если $M_j(\mu) = \sum_{k=1}^j (I_k - D_k - 1)$ – сумма длин первых дуг j гамильтонова контура (номера проектов для контура μ зафиксированы), тогда значение $M_j(\mu)$ определяет недостаток собственных средств на выполнение j -го энергоинфраструктурного проекта при наличии приведенного интегрального эффекта $\mathcal{E}_{ин}(\text{Pr}_{j-1})$ от $j-1$ реализованного проекта. Иными словами, если $M_j > 0$, для реализации j -го проекта необходимо привлекать внешние инвестиции в размере M_j если $M_j < 0$, то собственных средств достаточно для реализации j -го энергоинфраструктурного проекта.

Задача сводится к определению гамильтонова контура имеющего минимальное значение

$$M(\mu) = \max_{j=1, \dots, n} M_j(\mu) \rightarrow \min_{\mu}, \quad (5.209)$$

в котором сначала идут вершины с $\mathcal{E}_{ин} > 0$ (в порядке возрастания величин I), а затем – вершины с $\mathcal{E}_{ин} = 0$ (в порядке убывания величин D). При этом

$$\min M(\mu) = \max \left[I(\text{Pr}_1), \max_{1 \leq k \leq n} \left(I(\text{Pr}_{k+1}) - \sum_{i=1}^k \mathcal{E}_{ин}(\text{Pr}_i) \right) \right]. \quad (5.210)$$

Тогда решение данной задачи сводится к решению системы неравенств, удовлетворяющих (5.210), а именно:

$$\begin{cases} \min M(\mu) \geq I(\text{Pr}_1), \\ \min M(\mu) + \mathcal{E}_{ин}(\text{Pr}_1) \geq I(\text{Pr}_2), \\ \min M(\mu) + \mathcal{E}_{ин}(\text{Pr}_1) + \mathcal{E}_{ин}(\text{Pr}_2) \geq I(\text{Pr}_3), \\ \dots \\ \min M(\mu) + \mathcal{E}_{ин}(\text{Pr}_1) + \dots + \mathcal{E}_{ин}(\text{Pr}_{N+1}) \geq I(\text{Pr}_N). \end{cases} \quad (5.211)$$

Экономическая интерпретация (5.211) такова: первое неравенство утверждает, что минимальная величина вложенных средств должна быть не меньше затрат на проект P_{r_1} , реализуемый первым в рамках портфеля, так как никаких доходов от данного вида проектной деятельности еще не поступало. Второе неравенство означает: необходимо, чтобы минимальная величина вложенных средств и сумма приведенного интегрального дохода от первого проекта в совокупности были не меньше затрат на последующий энергоинфраструктурный проект. Временной лаг в рамках операции агрегирования этих проектов будет равен периоду окупаемости, т.е. промежутку времени от завершения первого проекта до получения эффекта от него. Аналогично определяются условия и для всех последующих неравенств.

Таким образом, алгоритм решения задачи формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов с минимизированием величины вложенных заемных средств сводится к следующему:

- на первом этапе реализуются наиболее прибыльные проекты (для которых $\mathcal{E}_{ин} > 0$) – в порядке возрастания затрат и с учетом периодов окупаемости;
- на втором этапе реализуются проекты, для которых $\mathcal{E}_{ин} = 0$, – в порядке убывания доходов и тоже с учетом периодов окупаемости. Исходя из выражения (5.211) при использовании механизма самофинансирования портфеля энергоинфраструктурных проектов минимальная сумма привлекаемых заемных средств составит величину затрат на первый из реализуемых проектов (доходов от него и других реализованных проектов будет достаточно для последовательной реализации невыполненных проектов), а максимальная – величину затрат на остальные энергоинфраструктурные проекты вследствие возникновения дефицита средств на их реали-

зацию (она не должна превышать предельно допустимый уровень дефицита).

Наиболее надежным источником финансирования энергоинфраструктурных проектов являются амортизационные отчисления, так как они предусмотрены при любом финансовом положении предприятия и всегда находятся в его распоряжении. Амортизационные отчисления предназначены для возмещения стоимости основных фондов, а также для накопления средств на их обновление. При этом списание амортизационных отчислений на себестоимость продукции, в отличие от других статей себестоимости (материальные затраты, заработная плата, отчисления и пр.), не ведет к оттоку финансовых средств, т.е. затраты на процесс амортизации возмещаются через выручку и накапливаются на отдельном счете. Поскольку средства для замены изношенного оборудования понадобятся через довольно длительное время, накапливать их специально для этой цели нецелесообразно, – следовательно, такие денежные ресурсы могут служить источником финансирования портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Использование рассмотренных методов и механизмов для финансирования портфеля энергоинфраструктурных проектов позволяет сократить объем инвестиций, привлекаемых со стороны, и, следовательно, смягчить возможное негативное воздействие окружения обусловленное динамичностью экономико-политической среды Украины, когда внешние воздействия непрерывно изменяются и заранее не могут быть определены однозначно.

Также следует отметить, что применение метод самофинансирования портфеля энергоинфраструктурных проектов в идеале (при наличии у предприятия достаточного резерва собственных финансовых ресурсов) позволяет полно-

стью уйти от необходимости привлечена заемных инвестиций.

5.7 Разработка метода и алгоритма формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов

Рассмотрим построение математической модели формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Сформируем дерево решений, на уровнях которого разместим множества обязательных P^{Π} и основных O^{Π} энергоинфраструктурных проектов:

$$\begin{array}{c}
 P_1^{\Pi}, P_2^{\Pi}, \dots, P_k^{\Pi}, \quad O_1^{\Pi}, O_2^{\Pi}, \dots, O_k^{\Pi}; \\
 \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \\
 Tr_1 : \\
 P_1^{\Pi}, P_2^{\Pi}, \dots, P_k^{\Pi}, \quad O_1^{\Pi}, O_2^{\Pi}, \dots, O_k^{\Pi}.
 \end{array} \quad (5.212)$$

Перебор элементов на уровнях дерева Tr_1 позволит определить множество сочетаний проектов, формирующих артель из двух произвольных энергоинфраструктурных проектов $Pr_{j_2}^2$, $j_2 = 1, 2, \dots, m_2$. При этом отсеиваются варианты сочетаний, не удовлетворяющие ограничениям (2.71-2.77), (2.78-2.85), условию, что портфель не может состоять из двух одинаковых проектов, а также в соответствии с (5.211).

Далее необходимо сформировать следующее дерево решений:

$$\begin{array}{c}
 Pr_1^2, Pr_2^2, \dots, Pr_m^2; \\
 \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \\
 Tr_2 : \\
 P_1^{\Pi}, P_2^{\Pi}, \dots, P_k^{\Pi}, \quad O_1^{\Pi}, O_2^{\Pi}, \dots, O_k^{\Pi};
 \end{array} \quad (5.213)$$

Перебор элементов на уровнях дерева Tr_2 позволит формировать сочетания из трех энергоинфраструктурных проектов $Pr_{j_3}^3$, $j_3 = 1, 2, \dots, m_3$ с учетом тех же ограничений и т.д.

Таким образом, из множеств проранжированных обязательных и основных энергоинфраструктурных проектов с помощью представленной математической модели, базирующейся на методе дерева решений с применением операций агрегирования, в соответствии с условиями балансировки и соблюдением портфельных ограничений по финансам и ресурсам осуществляется формирование множества различных портфелей энергоинфраструктурных проектов Π^A , которые в общем виде можно представить следующим образом:

$$\Pi = \{Pr_1^1, \dots, Pr_{m_1}^2, Pr_1^2, \dots, Pr_{m_2}^2, \dots, Pr^{k'+n'}\}. \quad (5.214)$$

Выбор наилучшего портфеля из множества сформированных артелей осуществляется с помощью ранжирования методом Борда на основании значений показателей финансовой, коммерческой, технологической и агрегированной ценности.

На основе изложенного теоретического материала построен алгоритм и разработана методика формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов в условиях наличия ограничений.

Алгоритм состоит из четырех последовательных этапов (структурная схема представлена на рисунке 5.10).

При построении алгоритма используется введенный ранее инструментарий – отношения между проектами, операции агрегирования проектов и оператор оценивания эффективности произвольного энергоинфраструктурного проекта.

Методику, заложенную в алгоритм формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов в условиях наличия ограничений, можно представить в виде ряда последовательных шагов:

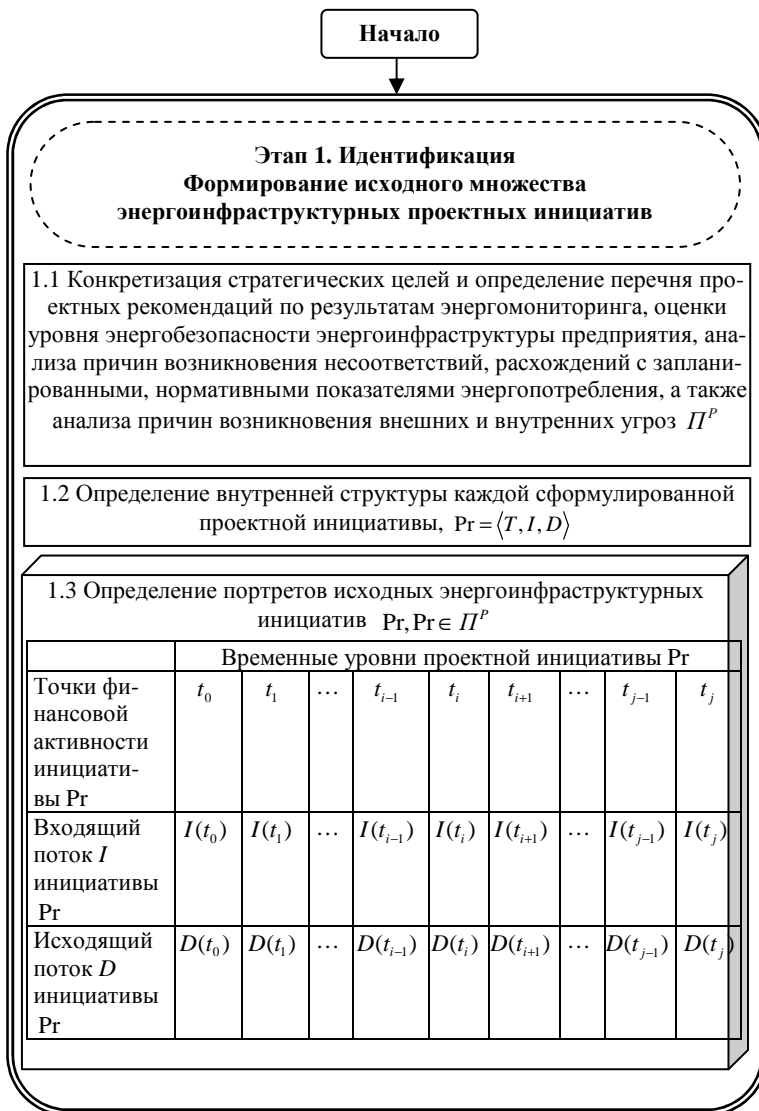


Рисунок 5.10 – Структурная схема алгоритма формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов в условиях наличия ограничений

Этап 2. Классифицирование

2.1 Отнесение проектной инициативы к одному из базовых типов (согласно общей классификации)

2.2 Формирование групп энергоинфраструктурных проектных инициатив по целевому признаку

Этап 3. Оценка, отбор и ранжирование энергоинфраструктурных проектных инициатив

3.1 Оценка равновлияющих на стратегические цели (подцели/задачи) проектных инициатив/отбор по критерию эффективности или затратности

3.2 Оценка соответствия стратегическим целям/отбор комплексных проектных инициатив

3.3 Оценка в чистом виде, по требующимся затратам, углубленная оценка эффективности инвестиций в энергоинфраструктурные проектные инициативы/отбор наиболее эффективных технико-экономических решений. Формирование пула проектов

3.4 Агрегирование технологически зависимых проектов в артели

3.5 Определение специфических характеристик, построение моделей обязательных (P_k) и основных (O_n) энергоинфраструктурных про-

3.6 Формирование множества обязательных энергоинфраструктурных проектов P^{II} в результате отбора по критерию $\max_{P'_k \in P''} Q(P'_k)$

3.7 Ранжирование обязательных энергоинфраструктурных проектов $P'_k, P''_k \in P^{II}$ по степени убывания вектора эффективности G_{II}

3.8 Формирование множества основных энергоинфраструктурных проектов O^{II} по принципу близости к K^{opt} , в условиях ограничений

3.9 Ранжирование основных энергоинфраструктурных проектов $O_n^r, O_n^s \in O^{II}$



Шаг 1. В результате осуществления энергоресурсоаудита уточняются (конкретизируются) стратегические цели, определяется комплекс проектных инициатив в виде перечня энергоинфраструктурных рекомендаций, направленных на повышение эффективности энергоинфраструктуры предприятия.

Ограничением при формировании проектных инициатив, целью которых является удельное сокращение объемов потребления энергоресурсов, является показатель общего потенциала энергоресурсоэкономии энергоинфраструктуры

предприятия $\Delta = \sum (e - \tilde{e}) \times q$, который определяет гипотетический максимум экономии на основе реально существующей практики.

Внутренняя структура энергоинфраструктурных проектных предложений определяется согласно выражениям (2.1) – (2.4) и моделируются их портреты.

Для раскрытия сути этого процесса рассмотрим множество потенциальных произвольных проектных инициатив $\Pi^O = \{\text{Pr}_A, \text{Pr}_B\}$ (в данном случае $\|\Pi^O\| = N = 2$).

Пусть финансовая активность по проектной инициативе Pr_A происходит в моменты времени $t_{A_0} = 0$, $t_{A_1} = 1$, $t_{A_2} = 2$ – где момент времени $t_{A_0} = 0$ – момент начала финансовой активности инициативы Pr_A , а момент времени $t_{A_2} = 2$ – момент ее окончания. Момент времени $t_{A_1} = 1$ суть промежуточный момент финансовой активности энергоинфраструктурного проектного предложения Pr_A . Согласно (2.2) задается упорядоченное по возрастанию своих элементов множество моментов времени, в которые происходит финансовая активность по инициативе Pr_A в виде $T_A = \{t_{A_0}, t_{A_1}, t_{A_2}\} = \{0, 1, 2\}$. Если в моменты времени $t_{A_0} = 0$, $t_{A_1} = 1$, $t_{A_2} = 2$ в проектную инициативу Pr_A ожидаются инвестиционные поступления в виде подпотоков $I(t_{A_0}) = 50$, $I(t_{A_1}) = 40$, $I(t_{A_2}) = 0$, тогда профиль входящего финансового потока проектного предложения Pr_A может быть представлен как $I_A = \{I(t_{A_0}), I(t_{A_1}), I(t_{A_2})\} = \{50, 40, 0\}$. Также если в моменты финансовой активности инициативы Pr_A ожидается получение дохода в виде подпотоков $D(t_{A_0}) = 0$, $D(t_{A_1}) = 20$, $D(t_{A_2}) = 80$, то исходящий поток про-

ектного предложения определяется выражением $D_A = \{D(t_{A_0}), D(t_{A_1}), D(t_{A_2})\} = \{0, 20, 80\}$. Тогда кортеж (2.1), характеризующий проектную инициативу Pr_A , будет иметь вид $Pr_A = \langle T_A, I_A, D_A \rangle = \langle \{0, 1, 2\}, \{50, 40, 0\}, \{0, 20, 80\} \rangle$.

Аналогичным образом формируется внутренняя структура энергоинфраструктурного проектного предложения Pr_B . Определяются $t_{B_0} = 0$, $t_{B_1} = 1$, $t_{B_2} = 2$ и формируются множества профилей:

$$T_B = \{t_{B_0}, t_{B_1}, t_{B_2}, t_{B_3}\} = \{0, 1, 2, 3\};$$

$$I_B = \{I(t_{B_0}), I(t_{B_1}), I(t_{B_2}), I(t_{B_3})\} = \{10, 20, 30, 0\};$$

$$D_B = \{D(t_{B_0}), D(t_{B_1}), D(t_{B_2}), D(t_{B_3})\} = \{0, 10, 30, 40\};$$

которые затем объединяются в кортеж

$$Pr_B = \langle T_B, I_B, D_B \rangle = \langle \{0, 1, 2, 3\}, \{10, 20, 30, 0\}, \{0, 10, 30, 40\} \rangle.$$

На основании полученных данных формируются портреты произвольных проектных предложений Pr_A , Pr_B множества Π^O (табл. 5.23, 5.24).

Таблица 5.23 – Портрет энергоинфраструктурного проектного предложения Pr_A

	Временные уровни проектного предложения Pr_A		
Точки финансовой активности инициативы Pr_A , t_{A_j} , $j = \overline{0,2}$	0	1	2
Входящий поток $I_A(t_{A_j})$, $j = \overline{0,2}$	50	40	0
Исходящий поток $D_A(t_{A_j})$, $j = \overline{0,2}$	0	20	80

Данные портретов энергоинфраструктурных инициатив являются основополагающей информацией в процессе формирования портфеля проектов.

Таблица 5.24 – Портрет энергоинфраструктурного проектного предложения Pr_B

	Временные уровни проектного предложения Pr_B		
	0	1	2
Точки финансовой активности инициативы Pr_B , $t_{B_l}, l = \overline{0,3}$			
Входящий поток $I_B(t_{B_l}), l = \overline{0,3}$	10	20	30
Исходящий поток $D_B(t_{B_l}), l = \overline{0,3}$	0	10	30

Шаг 2. Проектные инициативы типизируются согласно общей классификации энергоинфраструктурных проектов, вследствие чего выявляются сходные по своему назначению проектные предложения и некоторые из них отклоняются.

В результате мониторинга влияния проектных инициатив на конкретные стратегические цели (подцели/задачи) с применением матричного метода осуществляется их группировка на обязательные, основные и вспомогательные. Обязательные энергоинфраструктурные решения выполняют долгосрочные задачи повышения внешних для энергоинфраструктуры предприятия показателей энергобезопасности; основные инициативы решают стратегические и тактические задачи повышения энергетической эффективности и внутренней надежности энергоинфраструктуры; вспомогательные выполняют организационные энергоинфраструктурные рекомендации, не требующие инвестиционных вложений (беззатратные). В результате формируются множества проектных инициатив обязательного P'' , основного O'' и вспомогательного B'' характера.

Исходя из того, что рекомендации вспомогательного характера не требуют для своей реализации инвестиционных средств, а следовательно, не влияют на показатели эффективности портфеля в целом, им в дальнейших процессах формирования портфеля не уделяется значительного внимания, а

решение об их включении в состав портфеля принимается по усмотрению руководства предприятия.

Шаг 3. Исходя из того, что одним из основных условий жизнеспособности портфеля энергоинфраструктурных проектов является его соответствие стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия, на данном шаге в первую очередь осуществляется оценка равновлияющих на стратегические цели (подцели/задачи) проектных инициатив, из которых по критериям эффективности и затратности отбираются наиболее приемлемые для предприятия.

Далее осуществляются оценка и отбор проектных инициатив множества Π^p по критерию соответствия стратегическим целям $g^{Sx}(Pi_k), k = \overline{1, m} : \Pi^p \rightarrow R_1^+$ методом последовательных допущений в рамках двух основных стратегических направлений. Энергоинфраструктурные проектные инициативы, не поддерживающие ни одно из стратегических направлений либо имеющие низкий ранг соответствия стратегическим целям, исключаются из дальнейшего рассмотрения. Результатом данного процесса также является отбор комплексных проектных решений, позволяющих одновременно достигать нескольких целей либо подцелей/задач, что соответственно позволяет минимизировать потенциальные затраты портфеля энергоинфраструктурных проектов.

В итоге из сформированного набора проектных рекомендаций отбираются те, которые в приемлемой степени соответствуют стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия на ее ценностном уровне, и формируется множество Π'' .

Для исключения из дальнейшего анализа проектных инициатив с одинаковыми результатами технологических решений, а также выбора наиболее эффективных из основных и с наименьшими затратами для обязательных осущест-

вляются расчет их технико-экономических показателей и сравнение. В результате расчетов отсеиваются коммерчески неэффективные и высокозатратные проектные инициативы и формируется пул наиболее целесообразных энергоинфраструктурных проектов $\Pi^O = \{P^O, O^O\}$.

Экспертным методом определяются технологические и иные зависимости между энергоинфраструктурными проектами множеств P^O и O^O . В случае их наличия в результате операций агрегирования формируются артельные комплексные энергоинфраструктурные проекты, причем временные сдвиги между проектами также зависят от технологических параметров. Необходимо отметить, что формирование артелей осуществляется в пределах каждой группы отдельно.

Для демонстрации данного процесса рассмотрим два технологически зависимых энергоинфраструктурных проекта P_M и P_N , каждый из которых характеризуется кортежами вида:

$$P_M = \langle T_M, I_M, D_M \rangle = \langle (0, 1, 2, 3), (50, 40, 10, 0), (0, 20, 40, 60) \rangle;$$

$$P_N = \langle T_N, I_N, D_N \rangle = \langle (0, 1, 2, 3, 4), (30, 30, 10, 0, 0), (0, 0, 30, 50, 80) \rangle.$$

Предположим, что временной сдвиг между проектами составляет два временных такта, т.е. $\Delta = 2$ агрегирования внутреннюю структуру артельного проекта $\Pi^A = P_M, P_N$ можно представить в виде кортежа

$$\Pi^A = \langle T^A, I^A, D^A \rangle =$$

$$= \langle (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6), (50, 40, 40, 30, 10, 0, 0), (0, 20, 40, 60, 30, 50, 80) \rangle.$$

Таким образом, продолжительность финансовой активности артельного проекта Π^A равна семи временным тактам с учетом временного лага $\Delta = 2$. Профили исходящих и входящих потоков для данного проекта получены путем

суммирования соответствующих профилей искомым технологически зависимых энергоинфраструктурных проектов P_M и P_N в соответствующие моменты финансовой активности.

Осуществляется количественный анализ проектов множества $Π^O = \{P^O, O^O\}$, в рамках которого определяются их специфические характеристики с учетом групповой принадлежности и формируются модели. Результаты расчетов сводятся в таблицы вида (табл. 5.25, 5.26).

Таблица 5.25 – Результаты количественного анализа обязательных энергоинфраструктурных проектов $P_k \in P^O$

Показатель \ Проект	P_1	P_2	...	P_i	P_{i+1}	...	P_k
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Минимально требуемые инвестиции в проект $MM_k = -\min \left\{ \sum_{t=0}^t \frac{I_{kt}}{(1+r)^t} : t=0,1,...,j \right\}$							
2. Потребность проекта в ресурсах $\bigwedge_{m=1}^M (\sum r_m(P_i)), i \in [1,k]$							
3. Наличие ресурсов на предприятии с учетом плана закупки $\bigwedge_{m=1}^M (r_m^0 + \sum r_m^{Buy}(P_i)), m=1, i \in [1,k]$							
4. Интегральный эффект $\mathfrak{Z}_m(P_i), i \in [1,k]$							
5. Индекс доходности $PI(P_i), i \in [1,k]$							

Таблица 5.26 – Результаты количественного анализа обязательных энергоинфраструктурных проектов $O_n \in O^o$

Показатель \ Проект	O_1	O_2	...	O_j	O_{j+1}	...	O_n
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Минимально требуемые инвестиции в проект $MM_k = -\min \left\{ \sum_{t=0}^T \frac{I_{kt}}{(1+r)^t} : t=0,1,...,j \right\}$							
2. Потребность проекта в ресурсах $\bigwedge_{m=1}^M (\sum r_m(O_j)), j \in [1,n]$							
3. Наличие ресурсов на предприятии с учетом плана закупки $\bigwedge_{m=1}^M (r_m^0 + \sum r_m^{Buy}(O_j)), m=1, j \in [1,n]$							
4. Интегральный эффект $\mathcal{E}_{ин}(O_j), j \in [1,n]$							
5. Индекс доходности $PI(O_j), j \in [1,n]$							
6. Продуктивная эффективность E'							
7. Коэффициент эффективности энергоресурсоэкономии $K_{эфн}$							
8. Динамический срок окупаемости DPP_n							
9. Эффективность инвестиций в энерго-эффективность K_n							
10. Экономия ресурсов в результате проекта $\mathcal{E}_{ин}$							
11. Снижение расхода энергоресурсов $\Delta C_{Эн}$							
12. Снижение затрат на амортизационные отчисления $\Delta \mathcal{E}_{Ан}$							
13. Коэффициент обновления основных средств в результате проекта $k_n^{Об}$							
14. Снижение величины капитальных затрат $\Delta K_{Эн}$							
15. Коэффициент экономии энергоресурса $k_n^{Эк}$							
16. Индекс Виллера Ind_{vill}							

Осуществляется отбор обязательных энергоинфраструктурных проектов в соответствии с критерием $\max_{P_k \in P^O} Q(P_k)$ и ограничениями $P_k FinFull = True$ и $P_k ResFull = True$ по методу утопической точки, в рамках которого определяются значения показателей MM_k , $\mathcal{E}_{ин}$, PI , I_k для абстрактного утопического проекта и для каждого энергоинфраструктурного проекта $P_k \in P^O$ рассчитывается расстояние до него. В результате формируется множество обязательных энергоинфраструктурных проектов $P^П$, векторные оценки которых близки к идеальным. Мощность $P^П$ определяется полнотой финансового и ресурсного обеспечения, т.е. вступает в силу ограничения (2,7), (2.11). Отобранные проекты ранжируются методом попарных сравнений критериев эффективности MM_k , $\mathcal{E}_{ин_k}$ и PI_k по степени убывания вектора G_P .

Осуществляется процедура отбора основных энергоинфраструктурных проектов, которая сводится к решению задачи многоцелевого выбора. Для построения ряда наиболее предпочтительных вариантов проектов используется SAW-метод (метод простого аддитивного взвешивания). В результате отбираются энергоинфраструктурные проекты, суммарная эффективность которых близка к оптимальному варианту K^{opt} с учетом проектных ограничений. Отобранные основные энергоинфраструктурные проекты ранжируются одновременно по всем критериям эффективности MM_n , $\mathcal{E}_{инн}$, PI_n , $K_{\mathcal{E}fn}$, K_n , $\Delta C_{\mathcal{E}n}$, $\Delta \mathcal{E}_{An}$, $\Delta K_{\mathcal{E}n}$, $k_n^{\mathcal{E}к}$, DPP_n , $k_n^{Об}$ при помощи вектора $G_O = M(O) \cdot Q(O)$ методом попарных сравнений.

В результате формируется множество O^{Π} проранжированных по степени убывания значения вектора G_O основных энергоинфраструктурных проектов.

Шаг 4. На основании данных портретов и значений специфических характеристик энергоинфраструктурных проектов с применением теории графов строится модель балансировки портфеля и определяется алгоритм расстановки его компонентов.

При помощи операций агрегирования методом дерева решений на основе исходных множеств обязательных P^{Π} и основных O^{Π} энергоинфраструктурных проектов, строится множество вариантов портфелей Π^A , $\Pi^A = \{\Pi^1, \Pi^2, \dots, \Pi^M\}$. Процесс формирования осуществляется в соответствии с алгоритмом балансировки, который заключается в том, что сначала реализуются наиболее прибыльные проекты (т. е. те, для которых $\mathcal{E}_{ин} > 0$) в порядке возрастания затрат, а затем – энергоинфраструктурные проекты, для которых $\mathcal{E}_{ин} = 0$, в порядке убывания доходов с учетом временных лагов, равных промежутку между окончанием предыдущего проекта и условным возвратом инвестиций от него.

Механизм реализации данного процесса имеет следующий вид:

- из множества основных энергоинфраструктурных проектов O^{Π} отбирается проект O_A , имеющий высокое значение $Q(O_A)$ при условии $\min M(\mu) \geq I(O_A)$;

- затем, отбирается проект O_B , также характеризующийся высоким значением $Q(O_B)$ в условиях $\min M(\mu) + \mathcal{E}_{ин}(O_A) \geq I(O_B)$;

- из двух отобранных проектов формируется множество промежуточных артелей, представляющих собой дерево

решений Tr_1 , при этом отсеиваются варианты сочетаний, не удовлетворяющие модели портфеля энергоинфраструктурных проектов, т.е. ограничениям (2.71 – 2.77), (2.78 – 2.85), и условию, что портфель не может состоять из двух одинаковых проектов;

– в полученные варианты артелей вводится третий энергоинфраструктурный проект с высоким уровнем доходности O_C , отвечающий условию $\min M(\mu) + \mathcal{E}_{ин}(O_A) + \mathcal{E}_{ин}(O_B) \geq I(O_C)$, в результате чего образуется множество артелей, которые также должны соответствовать ограничениям (2.71 – 2.77), (2.78 – 2.85) в виде дерева решений Tr_2 ;

– по такому же принципу осуществляется комбинирование всех энергоинфраструктурных проектов множеств P^I и O^I в артели. В результате формируется множество портфелей $\Pi^A = \{\Pi^1, \Pi^2, \dots, \Pi^M\}$, каждый из которых представляет собой множество $\Pi = \{\Pr_1^1, \dots, \Pr_{m_1}^1, \dots, \Pr_2^1, \dots, \Pr_{m_2}^1, \dots, \Pr^{k'+n'}\}$ и соответствует портфельным ограничениям.

Для каждого построенного на шаге портфеля энергоинфраструктурных проектов Π^i , $\Pi^i \in \Pi^A$ определяются значения финансовой $\mathcal{E}\Pi_{ин}^n$, коммерческой K , технологической $\mathcal{E}_{об}$ и агрегированной ΔE ценностей.

При помощи оператора оценивания

$$\mathcal{E}[\Pi^i] = Q(\Pi^i) = \{\mathcal{E}\Pi_{ин}^n(\Pi^i) \rightarrow \max, K(\Pi^i) \rightarrow \max, \mathcal{E}_{об}(\Pi^i) \rightarrow \max, \Delta E(\Pi^i) \rightarrow \max\},$$

методом Борда [37] определяется наилучший артель, который и является искомым портфелем энергоинфраструктурных проектов Π_{opt} .

Согласно этому методу артели множества Π^i ранжируются по каждому критерию по балльной шкале с учетом максимизации показателей ценности. Т.е. если анализируется M сформированных портфелей, таким образом портфелю с максимальным значением интегрального эффекта $\max \mathcal{E}\Pi_{ин}^n$ присваивается оценка в M баллов, следующему по убыванию значения данного показателя портфелю энергоинфраструктурных проектов присваивается балл $M - 1$, и так далее до единицы аналогично по каждому из показателей ценности.

Далее для каждого артеля определяется среднее арифметическое значение очков (баллов), согласно которым и расставляются приоритеты (табл. 5.27).

Таблица 5.27 – Таблица результатов приоритизации портфелей энергоинфраструктурных проектов

Портфель	Критерий $\mathcal{E}\Pi_{ин}$		Критерий R^n		Приоритет	
	величина	балл	величина	балл	оценка	приоритет
Π^1						
Π^2						
\dots						
Π^M						

В результате определяется наилучший с точки зрения ценностных критериев артель, имеющий наивысший приоритет, который и является искомым портфелем энергоинфраструктурных проектов Π_{opt} .

В случае инициации адаптации, процедуры планирования и формирования портфеля частично или полностью возобновляются, причем их состав зависит от масштаба изменений и вида адаптивных технологий. Необходимость в адаптации определяется по результатам мониторинга как объекта, так и системы управления.

РАЗДЕЛ 6

МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И МЕХАНИЗМЫ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОРТФЕЛЯ ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ

6.1 Оценка качества портфельного управления развитием энергоинфраструктуры предприятия

В силу изменчивости структуры и характеристик объекта управления под воздействием внешних влияний возникает необходимость в постоянной подстройке систем и техник управления для обеспечения управляемости. Согласно [262] *управляемость* – одно из важнейших свойств системы управления и объекта управления (машины, живого организма, общества и т.п.), описывающее возможность перевести систему из одного состояния в другое. Управляемость непосредственно зависит от качества управления.

Сам термин *«качество управления»* трактуется и в науке управления, и в практике весьма расплывчато, неопределенно [15]. Смысл этого понятия интуитивно ясен и в целом отражает уровень совершенства процессов управления. Вместе с тем применительно к управленческим работам категория «качество» нуждается в анализе не только для раскрытия сущности этой категории, но и в целях четкой структуризации и формирования конкретных путей повышения качества управления.

Попытка перевести в сферу управления определение понятия «качество», используемое применительно к продукции материального производства, товарам, не приводит к успеху. Действительно, понимая качество как совокупность свойств продукта, характеризующих его способность удовлетворять потребности, связанные с предназначением этого продукта, мы получаем лишь смутное представление о том,

что включает в себя качество такого своеобразного продукта, как управление. Ведь управление – это не продукт, а вид деятельности, завершающийся созданием такого специфического продукта, как управляющие воздействия, управленческие решения.

Вместе с тем, непосредственный продукт управления представлен в виде информации, а информация удовлетворяет потребности в ней совсем иным образом, чем материально-вещественный продукт, и к тому же сама потребность в информации, производимой управлением, не может быть выражена в столь же явной форме, как потребность в продукции, товарах, услугах.

Но и это еще не все. Самое главное состоит в том, что информационный управленческий продукт в виде решений, постановлений, планов, программ, законов, нормативов сам по себе не удовлетворяет и не призван удовлетворять конечные потребности. Лишь будучи перенесенным на объект управления, побудив объект действовать нужным для субъекта управления образом, процесс управления приводит к созданию потребляемого продукта, качество которого уже можно оценить по способности удовлетворять потребности. Возникает цепь причинно-следственных связей: «качество управления – качество функционирования объекта управления – качество продукта, создаваемого объектом управления».

Следовательно, судить о качестве управления можно и нужно лишь на основе оценки качества работы объекта управления, которое, в свою очередь, определяется качеством продукта его деятельности. Так как предметом нашего рассмотрения является управление портфелем энергоинфраструктурных проектов, то и **качество портфельного управления** проявляется в качестве управляемых процессов проектной деятельности и вытекающем из него качестве этой

деятельности, в конечном итоге в том, насколько реализация портфеля энергоинфраструктурных проектов обеспечивает реализуемость стратегических целей развития энергоинфраструктуры предприятия.

Такой опосредованный подход к определению качества портфельного управления на основе качества его функционирования и обеспечиваемой меры удовлетворения потребностей, т. е. по результативности процессов управления, в принципе правомерен и наиболее объективен по сравнению с другими возможными подходами. Однако и он уязвим, в силу чего не может быть признан единственно допустимым. Во-первых, суждение о качестве управления приходится формировать в ходе выработки управленческих решений (готовящихся управляющих воздействий), т. е. задолго до получения конечного результата управления энергоинфраструктурными проектами и процессами. Имеющееся на той стадии представление о результатах носит характер ожидания и потому не обладает высоким уровнем достоверности. Не представляется возможным также учесть побочные внешние воздействия, способные привести к снижению конечной результативности управленческих решений.

Во-вторых, конечные потребности, на удовлетворение которых надо ориентировать управление, сами по себе не бесспорны и к тому же динамичны, изменяются во времени. В силу этих обстоятельств при оценивании управленческих решений в ходе их разработки и принятия поневоле приходится оперировать иными признаками и критериями качества управления, отражающими свойства самого процесса управления. Эти критерии характеризуют организацию процесса управления, методы и механизмы принятия решений. Конечно же, ожидаемые результаты также учитываются, но лишь в той степени, в которой они предсказуемы, прогнозируемы, поддаются расчету, могут быть приурочены к определенным

периодам времени. Фактор неопределенности препятствует полному отождествлению качества управления с ожидаемой его результативностью.

Из сказанного вытекает, что *качество управления* определяется мерой, в которой оно направляет компоненты портфеля энергоинфраструктурных проектов и процессы на достижение стратегических целей развития энергоинфраструктуры в соответствии с возможностями и потребностями предприятия. В то же время качество управления характеризуется и качеством процессов самой управленческой деятельности: научностью применяемых методов управления, прогрессивностью средств управления, профессионализмом аппарата управления.

Раскрытие содержания понятия «качество управления» в некоторой степени предопределяет подходы к его оцениванию, выработке путей повышения качества. Но прежде чем описать методы определения, измерения качества управления, следует установить *исходные принципы*, ключевые идеи *оценивания качества портфельного управления*.

При этом будем опираться на исходное положение, в соответствии с которым качество управления есть объективно существующая категория, отражающая реальные свойства этой деятельности и обусловленная ее направленностью, способами осуществления, взаимосвязью с другими видами деятельности.

1. Комплексность оценок качества. Этот принцип состоит в том, что суждение об управленческой работе должно быть многосторонним, учитывать разные признаки и свойства, выражающие отдельные стороны качества этого вида деятельности. Поскольку качество управления представляет синтетическое понятие, не сводимое к единому универсальному критерию, то и система оценивания качества должна быть многокритериальной. Локальные признаки и критерии

дают представление только об определенных сторонах качества управленческих работ, тогда как наиболее полное заключение о качестве можно сделать лишь на основе систематизированной совокупности признаков, характеризующих все основные компоненты анализируемых управленческих процессов.

Принцип комплексного оценивания качества вытекает из системного подхода, применения системного анализа в управлении. Сформулируем следующие условия проявления этого подхода, учитываемые при оценивании качества управления:

- формирование управленческих решений с учетом производственно-экономических факторов;
- взаимосвязь целей и ресурсов, их сбалансированность, поиск путей рационального использования и преобразования ресурсов для достижения намеченных целей;
- полнота учета ресурсных потребностей, включая трудовые, материальные, финансовые, информационные ресурсы;
- учет взаимосвязей между разными уровнями руководства и взаимодействия интересов разных уровней;
- взаимосвязь краткосрочных проблем с долгосрочной стратегией развития, учет долгосрочных последствий принимаемых решений и их действия в разных временных горизонтах.

2. Сочетание количественного и качественного анализа. При установлении качества управления необходимо применять и совмещать количественные и качественные методы и оценки. Под количественными понимаются такие способы оценивания, которые дают возможность формировать числовые оценки, тогда как качественные суждения не выражаются в числовой форме.

Качественные методы анализа опираются на использование так называемых *эвристических оценок*, применяемых обычно экспертами, экспертными группами и комиссиями, советами, коллегиями на основе опыта, интуиции, сравнений. Качественный анализ проводится посредством процедур, алгоритм которых не зафиксирован заранее, т. е. содержание этих процедур не регламентировано и сами процедуры не носят расчетного характера.

Количественные методы анализа качества управления осуществляются посредством применения расчетно-вычислительных процедур и установления критериев качества в числовой форме. Количественные оценки могут быть и результатом качественного метода, если на завершающей стадии качественного анализа экспертным путем устанавливается числовая оценка (например, балл, коэффициент) качественной характеристики.

3. Совмещение объективных и субъективных оценок

Анализ качества управления следует осуществлять как с помощью субъективных оценок, выражающих суждения руководителей, специалистов, так и с использованием объективных оценок, определяемых на основе информации и с помощью алгоритмов, не зависящих от суждений отдельных лиц. Субъективное оценивание необходимо и неизбежно, так как оно позволяет учесть индивидуальные мнения квалифицированных специалистов, наиболее разбирающихся в данном вопросе. Но субъективный анализ способен приносить элемент сознательного или неосознанного искажения оценок в связи с предвзятостью мнения и личной заинтересованностью субъекта, анализирующего качество.

Объективное оценивание избавлено от искусственного смещения и искажения, но и ему также свойственны явные недостатки. Объективность, а точнее объективизация, достигаемая ценой использования лишь количественной информа-

ции и расчетных процедур, резко ограничивает возможности учета тех важнейших элементов качества, которые не поддаются прямому измерению и расчету. Таким образом, под видом объективности в оценивание способны проникать неполнота и непредставительность оценок, появляется опасность подмены сущностно-содержательных признаков качества формальными.

Использование принципа совмещения объективных и субъективных оценок требует различия понятий: «субъективный» и «субъективистский», «объективный» и «объективистский».

Субъективный подход и субъективное оценивание представляют собой закономерное проявление индивидуальности, личных суждений, собственной точки зрения, основанной на убеждениях, накопленных знаниях, опыте, интуиции. *Субъективистский подход* – это сознательное нарушение объективности, преднамеренное искажение оценки исходя из личной заинтересованности, предубежденности, желания навязать любой ценой приоритет собственных суждений. Субъективные оценки должны быть присущи установлению качества управленческих работ и поиску путей их совершенствования, тогда как субъективистских оценок следует избегать.

Важно подчеркнуть, что субъективные оценки сами по себе, если они не вырождаются в субъективистские, не только не снижают, но даже повышают уровень объективности. Именно поэтому их следует всемерно сочетать с объективными оценками. Объективности субъективных оценок способствует придание им группового характера, т. е. интеграция личных оценок в коллегиальные. Поэтому одними из важнейших условий углубления контроля и повышения качества управленческих работ служат принятие и обсуждение управленческих решений на коллегиальной основе.

4. Сочетание внутреннего и внешнего оценивания качества. Внутренними будем называть оценки качества, осуществляемые самими исполнителями, т. е. работниками, непосредственно задействованными в проектной деятельности. Внешними будем считать оценки качества со стороны вышестоящего руководства. Внешнее оценивание качества применяется чаще всего на завершающих стадиях подготовки управленческих решений, проектов, документов.

5. Непрерывность и этапность осуществления оценок качества. Оценивание качества управленческих работ должно сопровождать их выполнение и в этом смысле быть непрерывным, присутствовать на всех этапах выполнения работ. Чем ближе к завершению находятся разработка плана действий и подготовка управленческого решения, тем сложнее вносить в них кардинальные изменения, направленные на повышение качества. Вследствие этого оценивание качества следует осуществлять уже на ранних стадиях работ. На каждом из этапов оценивание качества ставит своей задачей не только контроль соответствия ранее выполненных работ определенным требованиям и условиям, но и установление путей повышения качества на последующих этапах разработки и практической реализации управленческих решений. Завершающая оценка качества должна выполняться по конечному результату практического осуществления решения. Непрерывность поэтапного оценивания качества управленческих работ во многом обеспечена благодаря органичной встроенности самооценки в технологию формирования и реализации управленческих решений. Вместе с тем методику, организацию и технологию коллективной работы, управленческого процесса в целом следует строить с учетом необходимости непрерывного сопровождающего оценивания качества.

6. Непрерывное развитие системы оценивания. Любая совокупность методов и критериев оценивания качества не может рассматриваться как всеобъемлющая и законченная. Само понятие качества управления непрерывно развивается и обогащается по мере углубления познания управленческих законов и потребностей. Соответственно должна совершенствоваться и система оценивания качества на основе прогресса управленческой науки.

Постоянное изменение структуры и характеристик портфеля энергоинфраструктурных проектов как объекта управления порождает необходимость осуществлять адекватные изменения в системе портфельного управления, а также улучшать способы и показатели оценки качества, приводить их в соответствие с новым состоянием объекта управления.

Кроме того, если методы и критерии оценки качества работ в течение длительного времени остаются неизменными, исполнители работ адаптируются к системе оценивания и начинают работать не высоким качеством, а на высокие оценки качества. Чтобы не дать возможности приспособить свою деятельность к используемой системе оценивания, надо периодически совершенствовать эту систему, делая ее менее уязвимой к искусственной подстройке.

Критерии качества, используемые для портфельного управления, можно условно разделить на три группы:

- критерии качества *эксплуатации* системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов (СУПЭП);
- критерии качества *развертывания и внедрения* СУПЭП;
- экономические *оценки эффективности* СУПЭП.

Целевые значения по указанным критериям должны задаваться с учетом специфики конкретного предприятия и направленности энергоинфраструктурных проектов.

Формализация критериев в рамках первой группы позволит контролировать эффективность и результативность эксплуатации СУПЭП. А формализация критериев в рамках второй группы позволит сформировать условия для эффективной и результативной эксплуатации СУПЭП, содействуя таким образом снижению рисков внедрения и повышению практической отдачи от использования данной системы.

Необходимо также отметить, что возможность получения требуемых характеристик эксплуатации СУПЭП будет во многом определяться тем, насколько успешно проведены работы по развертыванию и внедрению системы на предприятии. В свою очередь, развертывание и внедрение СУПЭП целесообразно проводить в форме проекта или даже программы как наиболее конструктивных форм реализации изменений и преобразований. Таким образом, структура и содержание соответствующего проекта/программы по развертыванию и внедрению СУПЭП также являются ключевыми факторами, определяющими качество этой системы.

Отметим, что состав и значения показателей, при помощи которых оцениваются критерии качества эксплуатации системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, а также методы и способы их расчета или оценивания, целесообразно выбирать и тестировать при внедрении самой СУПЭП [259]. Таким образом, разрабатывается и внедряется как система управления портфелем, так и система контроля качества эксплуатации на базе критериальных показателей, оценивающих эффективность и результативность СУПЭП для предприятия.

Базовая совокупность критериев качества *первой группы* представлена в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Критерии эксплуатации СУПЭП

Показатель	Критерий
1	2
Стоимость владения	Общие затраты по эксплуатации системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов должны быть обоснованы с точки зрения реализации необходимого состава и функциональности, а также соответствия достигаемых результатов практическим потребностям управления. Цель – контролировать общую эффективность работы СУПЭП, а не сократить сами затраты в ущерб качеству
Сокращение планируемых сроков	Процент сокращения планируемых сроков, которые удалось согласовать в рамках процедур формирования базового плана компонента при гарантированном уровне реализации установленных требований к содержанию компонента и его выходных результатов. Также может использоваться сводный показатель – «средний процент сокращения сроков», рассчитываемый по некоторой группе компонентов или по портфелю в целом
Отклонения от базовых планов	Процент отклонения фактических сроков исполнения/завершения компонентов от утвержденных базовых планов компонентов. Также может использоваться сводный показатель – «средний процент отклонений от базовых планов», рассчитываемый по некоторой группе компонентов или по портфелю в целом
Отклонения по вехам	Отклонения от плана по вехам, утверждаемого на уровне портфеля
Сокращение планируемых затрат	Процент сокращения плановых затрат, которые удалось согласовать в рамках процедур формирования базового бюджета при гарантированном уровне реализации установленных требований к содержанию компонента и его выходных результатов. Также могут использоваться сводные показатели – «средний процент сокращения затрат» и «общий объем сокращения затрат», рассчитываемые по некоторой группе компонентов или по портфелю в целом

Продолжение таблицы 6.1

1	2
Увеличение фактических поступлений	<p>Процент увеличения фактических поступлений по компонентам в рамках эксплуатационной фазы. Также могут использоваться сводные показатели – «средний процент увеличения поступлений» и «общий объем увеличения поступлений», рассчитываемые по некоторой группе компонентов или по портфелю в целом.</p> <p>Показатели этой группы, как правило, будут иметь временной лаг относительно порождающих их причин. Поэтому они не могут использоваться для оперативного управления, но их целесообразно учитывать в системе мотивации</p>
Отклонения от базовых бюджетов	<p>Процент отклонения фактических затрат/ поступлений компонентов от утвержденных базовых бюджетов.</p> <p>Также могут использоваться сводные показатели – «средний процент сокращения затрат», «средний процент увеличения поступлений» и «общий объем сокращения затрат», «общий объем увеличения поступлений», рассчитываемые по некоторой группе компонентов или по портфелю в целом</p>
Соблюдаемость регламентов	<p>Отношение суммарного объема бюджетов по компонентам, выполняемых в полном соответствии с установленными регламентами, к общему бюджету портфеля.</p> <p>Количество и суммарный объем бюджетов по компонентам, управляемых в специфическом порядке, отличающемся от регламентированного.</p> <p>Отношение суммарного объема бюджета по завершенным компонентам, по которым в полном объеме сформирована итоговая отчетность, к общему объему бюджетов по всем завершенным компонентам</p>
Реализуемость стратегии	<p>Общее состояние реализации стратегических планов развития энергоинфраструктуры предприятия.</p> <p>Цель – контролировать общую результативность портфеля энергоинфраструктурных проектов как инструмента реализации стратегии, т.е. доведение индекса выполнения стратегических целей до единицы</p>

Продолжение таблицы 6.1

1	2
Реализованные возможности	<p>Оценки эффектов, которые были получены по тем направлениям, в рамках которых реализовывались компонент, группа компонентов или портфель в целом.</p> <p>Целевыми показателями здесь являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - максимизация финансовой ценности портфеля $\mathcal{E}P_{ин}^n \rightarrow \max$; - максимизация коммерческой ценности портфеля $K \rightarrow \max$ – за счет снижения энергоемкости продукции до необходимого (установленного) уровня $\Delta \mathcal{E}_{пр.у} \rightarrow \mathcal{E}P_{пр.у}^{трѐб}$; - максимизация технологической ценности – за счет повышения энергетической эффективности оборудования до заданного уровня $\mathcal{E}_{об} \rightarrow \mathcal{E}_{об}^{зад}$; - повышение агрегированной ценности, т.е. переход на качественно новый уровень энергетической безопасности вплоть до состояний «нормальное» и «благополучное» $\Delta E \rightarrow \Delta E^{трѐб}$
Нереализованные ожидания	Оценка эффектов, которые не были получены по запланированным направлениям реализации компонента, группы компонентов или портфеля в целом
Методологический потенциал	Отношение эскалируемых вопросов/проблем к общему объему зарегистрированных вопросов/проблем

Вторая группа критериев – это критерии качества развертывания и внедрения СУПЭП.

Проект по развертыванию и внедрению СУПЭП может планироваться и контролироваться на основе системы требований, а также количественных и качественных показателей. При этом критерии качества внедрения СУПЭП формируются с учетом необходимости и достаточности контроля степени реализации предъявленных требований и соответствия достигаемых значений показателей установленным величинам [33, 117, 259].

Формализация основных требований и показателей для планирования и контроля проекта по развертыванию и внедрению СУПЭП представлена в таблицах 6.2 и 6.3.

Таблица 6.2 – Требования по развертыванию и внедрению системы управления портфелем энерго инфраструктурных проектов

Сфера	Требования
1	2
Интеграция	<p>Взаимодействия членов команд управления энерго-инфраструктурными проектами, а также взаимодействия в рамках процессов управления портфелем реализуются в информационной системе управления портфелем.</p> <p>Информационная система управлением портфелем поддерживает потоки работ и документов, связанных с процессами управления портфелем.</p> <p>Вне информационной системы должно быть невозможно выполнить процессы, связанные с управлением портфелем.</p> <p>Информационная система управления портфелем может иметь доступ к другим информационным системам, содержащим сведения о проектной деятельности, а также предоставлять доступ другим информационным системам к сведениям по проектной деятельности</p>
Реализация	<p>Утвержденные регламенты взаимодействия в рамках управления портфелем реализуются в информационной системе управления портфелем.</p> <p>Сами регламенты управления портфелем строятся с учетом возможностей информационной системы.</p> <p>В рамках информационной системы организован контроль соблюдения регламентов и инструкций по управлению портфелем.</p> <p>Шаблоны и формы документов по управлению портфелем доступны в информационной системе</p>
Гармонизация	<p>Нормативная база сформирована на основе лучших практик.</p> <p>Опробованные практики используются для формирования и уточнения нормативной базы СУПЭП.</p> <p>Разработана и практически используется в задачах календарно-ресурсного планирования и бюджетирования система классификаторов и справочников</p>

Продолжение таблицы 6.2

1	2
Обучение	Обучение должно охватывать все уровни и все категории руководителей и исполнителей, непосредственно участвующих в проектной деятельности и вовлекаемых в управление портфелем. Обучение должно быть направлено на освоение общих подходов программно-целевого и проектного управления, а также используемых методов и техник решения прикладных задач в рамках СУПЭП
Функционал	Реализуемая функциональность СУПЭП должна определяться с учетом как фактических условий и ограничений, так и актуальных задач управления

Таблица 6.3 – Критерии внедрения СУПЭП

Параметр	Критерий
1	2
<i>Количественные критерии</i>	
Контролируемость портфеля	Совокупный объем ресурсов и финансов, управление которыми реализуется в СУПЭП. Отношение объема ресурсов и финансов, управление которыми реализуется в СУПЭП, к общему объему ресурсов и финансов, выделяемых в проектно-ориентированную деятельность, в процентах
Качество функциональности	Отношение неустраненных замечаний к общему количеству замечаний по функциональности и информационным сервисам, предоставляемым СУПЭП, в процентах
Автоматизация документооборота управления энергоинфраструктурными проектами	Отношение количества документов по управлению энергоинфраструктурными проектами, проходящих в рамках СУПЭП, к общему количеству документов по управлению энергоинфраструктурными проектами, в процентах. Отношение объемов документов по управлению энергоинфраструктурными проектами, проходящих в рамках СУПЭП, к общему объему документов по управлению энергоинфраструктурными проектами, в процентах

Продолжение таблицы 6.3

1	2
Автоматизация документооборота управления портфелем	Отношение количества документов по управлению портфелем, проходящих в рамках СУПЭП, к общему количеству документов по управлению портфелем, в процентах. Отношение объемов документов по управлению портфелем, проходящих в рамках СУПЭП, к общему объему документов по управлению портфелем, в процентах
Автоматизация регламентов	Отношение количества регламентированных процессов и процедур, выполняемых полностью в информационной системе, к общему количеству регламентированных процессов и процедур в СУПЭП, в процентах
Используемость шаблонов	Отношение количества типов шаблонов управленческих документов к общему количеству типовых документов управления, применяемых в СУПЭП, в процентах. Отношение количества управленческих документов, при разработке которых использовались шаблоны, к общему количеству управленческих документов СУПЭП, в процентах
<i>Качественные критерии</i>	
Реализованный функционал	Полнота реализации запланированного функционала и информационных сервисов в СУПЭП
Качество функциональности	Общая удовлетворенность пользователей той функциональностью и информационными сервисами, которые предоставляются СУПЭП
Доступность внешних информационных систем	Степень доступности функциональности и информации, относящейся к проектно-ориентированной деятельности и содержащейся в других информационных системах, для СУПЭП
Доступность для внешних информационных систем	Степень доступности функциональности и информации, предоставляемой или содержащейся в СУПЭП, для других информационных систем

Продолжение таблицы 6.3

1	2
Проработанность регламентов	Наполненность регламентационной пирамиды (в качестве базиса для сравнения может быть использован перечень, представленный в данной монографии)
Адаптация регламентов	<p>Качество проведенной адаптации регламентирующей и справочно-информационной документации по СУПЭП.</p> <p>Полнота учета в регламентирующей документации специфики и особенностей конкретного предприятия и его окружения</p>
Автоматизация регламентов	Полнота реализации регламентов в информационной системе
Контролируемость выполнения регламентов	<p>Наличие выполняемых процедур контроля соблюдения регламентов в рамках СУПЭП.</p> <p>Наличие и характер подтвержденных фактов корректирующих и предупреждающих воздействий по взаимному согласованию выполняемых процессов и регламентов</p>
Востребованность классификаторов и справочников	<p>Система классификаторов внедрена и используется в задачах управления.</p> <p>Система справочников создана и пополняется с учетом практических потребностей управления</p>
Формализация процессов	Разработаны наглядные карты процессов управления, отражающие состав работ и документов с учетом ролевых групп и ответственностей
Информатизация регламентов	<p>Создана база нормативно-регламентационной и справочно-информационной документации, доступная в форме ссылок и предметного поиска в информационной системе.</p> <p>Создан электронный глоссарий для СУПЭП</p>

Окончание таблицы 6.3

1	2
Обученность персонала	Созданы специализированные адаптированные учебные программы для пользователей СУПЭП. Созданы мультимедийные обучающие учебные курсы на основе специализированных адаптированных учебных программ. Пользователи прошли обучение работе в СУПЭП

Сформулированные требования должны находить свое отражение в технических требованиях и технических заданиях по разработке и внедрению СУПЭП или ее отдельных элементов. Но для контроля реализации заданных требований, помимо декларативного отражения в технических требованиях и технических заданиях, необходимо формировать и критериальные показатели на основе этих требований, которые, соответственно, и будут контролироваться в рамках развертывания и внедрения СУПЭП.

Формируя систему критериев внедрения, необходимо учитывать, что само внедрение СУПЭП должно реализовываться в форме проекта. При этом применяются стандартные методы управления, используемые в рамках проектного менеджмента, включая, в частности, методику освоенного объема, метод критического пути, а также прочие количественные и качественные методы с соответствующими критериальными показателями [17, 284, 288].

Одной из важнейших составляющих при рассмотрении вопросов качества является оценивание экономических факторов и, прежде всего, соотношения затрат и результатов [33].

Экономическая *оценка эффектов* позволяет сопоставить ожидаемые результаты с теми затратами, которые связаны с системой управления портфелем энергоинфраструктурных проектов. В результате формируются экономические обоснования как для инициирования проекта по развертыванию и внедрению системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, так и для определения состава и характеристик функциональности СУПЭП, которые будут, как минимум, окупаться в рамках ее эксплуатации.

Обобщенные оценки возможных эффектов и основных направлений затрат, связанных с СУПЭП, представлены в таблице 6.4 в части эффектов и таблице 6.5 в части основных направлений затрат, обуславливающих стоимость эксплуатации.

Проведенные оценки затрат выполнены для предприятия с объемом проектной деятельности в 150-170 млн. долл. США. Вместе с тем, существующая неопределенность обусловлена в большей степени вариантностью затрат на персонал ОУП, что связано с объемом самого портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Для каждого конкретного предприятия рассмотренный состав основных эффектов, ожидаемых от СУПЭП, может уточняться, дополняться и детализироваться. Вместе с тем совокупный эффект в финансовом выражении, с учетом представленных количественных оценок и очевидного влияния объема самого портфеля энергоинфраструктурных проектов, может варьироваться в достаточно большом диапазоне значений.

Таблица 6.4 – Оценки эффектов, связанных с системой управления портфелем энергоинфраструктурных проектов

Эффект	Показатель
Повышение качества системы управления	<ul style="list-style-type: none"> улучшение качества планирования (сжатие сроков до 40% и бюджетов до 20%) [285]; сокращение отклонений (с 16 – 20% до не более 8% по срокам и не более 11% по стоимости) [285]; сокращение затрат по управлению энергоинфраструктурными проектами (с 10 – 11% до 6 – 7%) [285]; видимость общей картины проектной деятельности (объективность прогнозов, тенденции, реализуемость стратегических целей развития энергоинфраструктуры); максимизация эффекта «закона опыта»
Сокращение прямых затрат	<ul style="list-style-type: none"> переход от более ресурсоемкого управления «по отклонениям» к менее затратному управлению «по возмущению»; устранение дублирований по различным энергоинфраструктурным проектам; предотвращение экстренности подготовки к эксплуатации; уменьшение доработок или переделок после передачи созданных в проектной деятельности активов в эксплуатацию; снижение затрат на необходимость участия исполнителя в сопровождении
Сокращение косвенных затрат	<ul style="list-style-type: none"> нереализуемость стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия; упускаемые рыночные возможности; ресурсные и финансовые несогласованности; недовольство участников; штрафные санкции по просроченным договорам

Таблица 6.5 – Основные направления затрат, связанные с СУПЭП (составляющие стоимости эксплуатации) (тыс. \$)

Этап Направления	Развертывание	Внедрение	Эксплуатация
Аппаратное обеспечение	15-20	5-7	3-5
Программное обеспечение	30-40	40-60	30-50
Контрагенты	75-100	150-300	75-100
Фонд оплаты труда	X	Y	Z

Для проведения количественного оценивания эффективности можно сделать ряд обоснованных предположений о том, что:

- затраты в финансовом выражении имеют условно постоянный характер и могут аппроксимироваться ступенчатой кривой. Это допущение подтверждается подобием рассматриваемых затрат тем затратам, которые условно выделяются как затраты на функционирование организационных структур;

- ожидаемые эффекты в финансовом выражении, могут составлять минимум 9 – 11% от объемов портфеля энергоинфраструктурных проектов. Это допущение подтверждается материалами исследований [285];

- с увеличением объема портфеля энергоинфраструктурных проектов ожидаемые эффекты в финансовом выражении будут расти нелинейно. Это допущение подтверждается наличием эффекта масштаба.

С учетом выдвинутых предположений были проведены экономические оценки возможных эффективности и затрат в зависимости от объема портфеля энергоинфраструктурных проектов (рис. 6.1).

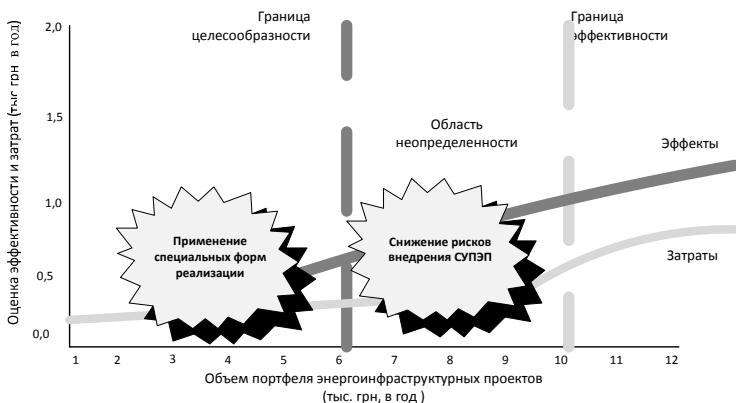


Рисунок 6.1 – Оценка эффектов и затрат, связанных с системой управления портфелем энергоинфраструктурных проектов

На представленном графике явно выделяются три области:

1. Нецелесообразность – в рамках этой области затраты на владение СУПЭП будут превышать возможные эффекты от ее использования.

2. Неопределенность – в рамках этой области затраты, скорее всего, будут окупаться, но существуют достаточно высокие риски их увеличения в связи с необходимостью увеличения численности персонала ОУП для гарантированного решения задач управления при увеличивающемся масштабе портфеля энергоинфраструктурных проектов.

3. Эффективность – в рамках этой области СУПЭП будет с высокой вероятностью эффективной для предприятия.

Таким образом, с учетом приведенных оценок можно сформировать критериальные условия для оценивания возможности и целесообразности развертывания и внедрения системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов на предприятии с учетом годового объема портфеля. Вместе с тем существует большое количество предприятий и организаций, имеющих совокупные бюджеты проект-

но-ориентированной деятельности, сопоставимые с границей эффективности (рис. 6.1), или даже превышающие эту границу, но не имеющие практической возможности нести ежегодные затраты в объеме 500 – 700 тыс. грн. на обеспечение функционирования СУПЭП. К ним, например, относятся: предприятия среднего бизнеса, некоммерческие организации, большинство структур органов власти и местного самоуправления.

Вместе с тем очевиден и существенный качественный эффект от применения программно-целевого и проектного управления на таких предприятиях и в организациях, что обуславливает актуальность задачи поиска путей снижения стоимости владения СУПЭП для них. С целью преодоления выявленных финансово-экономических ограничений целесообразно предложить изменение стандартной модели, в рамках которой СУПЭП разворачивается и внедряется для одного предприятия, и перейти к разделяемой модели, когда СУПЭП может использоваться совместно несколькими предприятиями и организациями в своей основной функциональности с учетом разграничения доступа к предметной информации. Такая смена модели может стать возможной благодаря наличию следующих факторов:

- схожести иницилируемых компонентов;
- схожести процессов управления;
- использования типовых (или однотипных по своей сути) документов;
- созданных технических и технологических возможностей;
- сформированных финансовых условий, в частности, взаимной договоренности о совместном финансировании или существования общего источника финансирования.

Указанные факторы могут быть созданы, например, в следующих организационных формах:

– централизованная структура в рамках муниципального образования для содействия реализации стратегии развития энергоинфраструктуры бюджетных организаций и предприятий коммунальной сферы (рис. 6.2).

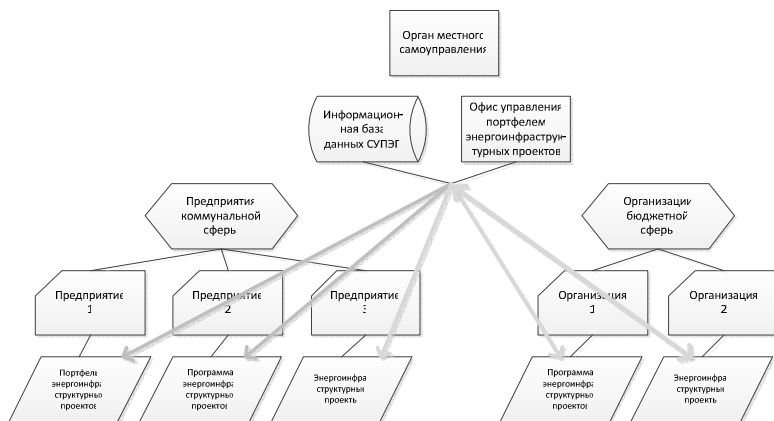


Рисунок 6.2 – Модель централизованной структуры системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов в рамках муниципального образования

Такая централизованная структура будет иметь и централизованное финансирование. При этом вся имеющаяся функциональность и информационные ресурсы должны быть в полном объеме доступны и муниципальным образованиям, и структурам государственного управления, что, естественно, снизит нецелевую нагрузку на местные бюджеты, но будет содействовать повышению эффективности и результативности расходования бюджетных средств, повышению открытости деятельности органов государственной власти и местного самоуправления;

– партнерство, сформированное различными предприятиями в рамках одной отрасли для совместной эксплуатации

СУПЭП (рис. 6.3). Такая структура должна финансироваться на паритетных началах и функционировать в интересах сформировавших ее предприятий;

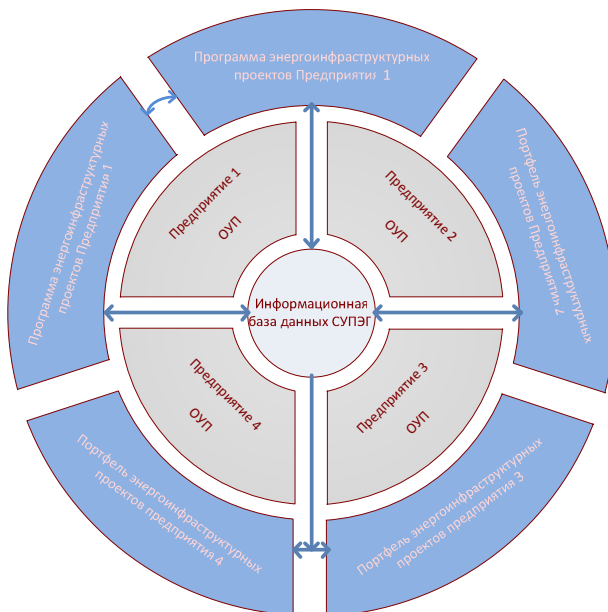


Рисунок 6.3 – Модель СУПЭП, сформированная на партнерских началах различными предприятиями в рамках одной отрасли

– формирование соответствующей информационно-телекоммуникационной инфраструктуры в рамках консалтинговых компаний на основе возмездного предоставления функциональности и информационных ресурсов системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов другим предприятиям, например, в форме аутсорсинга или лизинга (рис. 6.4).

Отметим, что представленная материализация преимуществ и эффектов в основном происходит в рамках сферы интересов высшего руководства предприятия. Следовательно, и внедрение системы управления портфелем энерго-

инфраструктурных проектов, особенно на первых порах (до внедрения гибкой системы мотивации сотрудников по достигнутым результатам, формирования базы знаний по решениям и наработкам, создания эффективного пространства для организации совместной работы в рамках проектных команд и других эффектов для участников проектно-ориентированной деятельности), должно позиционироваться преимущественно в интересах высшего руководства. В случае если у высшего руководства нет понимания необходимости развертывания и внедрения такой системы или отсутствует поддержка соответствующего проекта, или уровень позиционирования ОУП в организационной структуре недостаточен, то и успех невозможен.

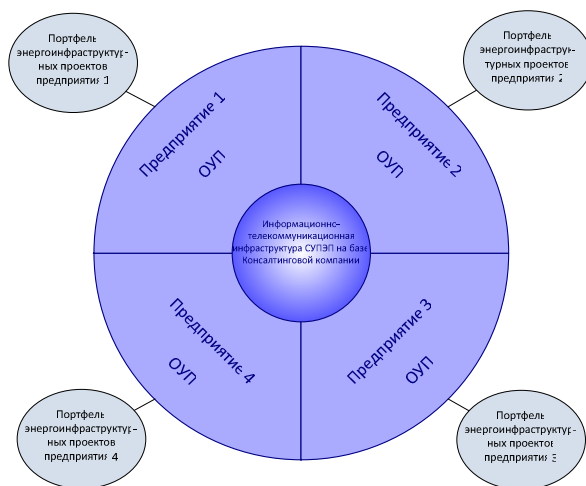


Рисунок 6.4 – Модель информационно-телекоммуникационной инфраструктуры СУПЭП в рамках консалтинговых компаний

В данной работе рассматриваются лишь критерии и показатели, отражающие специфические особенности и требования системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов.

Для оценки количественных критериев качества портфельного управления целесообразно применять *метод сопоставления запланированных и реальных результатов*, который основан на сравнении плановых показателей с практически достигнутыми в результате реализации намеченных решений. В этом случае базу сравнения образует информационный массив отчетных показателей о реальных итогах осуществления управленческих решений. Уровень качества управления определяется мерой соответствия реально полученных результатов тем, которые были намечены в ходе разработки и принятия планов. Сравнение намеченных и реальных результатов дает объективную оценку качества управленческой деятельности.

По названным качественным критериям необходимо дополнительно разрабатывать методы и правила получения экспертных оценок. Они должны формироваться и применяться с учетом специфики конкретного предприятия и его окружения, а также особенностей развертывания и внедрения СУПЭП.

В общем виде можно использовать методику, базирующуюся на методе Дельфи [136] (рис. 6.5).

Метод Дельфи – многоэтапный метод, предусматривающий первоначальное изолированное вынесение экспертами своих суждений и дальнейшую многократную их корректировку на базе ознакомления каждого эксперта с суждениями других экспертов до тех пор, пока величина разброса оценок не будет находиться в рамках заранее устанавливаемого желаемого интервала варьирования оценок.

Данный метод относится к классу количественных методов групповых экспертных оценок. Опрос экспертов проводится в 3 – 4 тура и состоит из серии анкет, вопросы конкретизируются от тура к туру. Для проведения этого метода необходимо также создать аналитическую группу, которая

после каждого тура производит статистическую обработку полученной информации.



Рисунок 6.5 – Алгоритм метода Дельфи

Прежде всего аналитики определяют область предпочтительных количественных значений объектов. После такой проверки проводится очередной тур.

Опрос экспертов проводится анонимно, т.е. личные контакты и коллективные обсуждения исключаются.

В процедуре экспертного опроса по методу Дельфи можно выделить несколько этапов.

Этап 1. Формирование рабочей группы.

Задача рабочей группы заключается в организации процедуры экспертного опроса.

Этап 2. Формирование экспертной группы.

Детальный анализ ряда работ [16, 29, 74, 80, 96, 97, 137, 151, 157, 185] показал, что выбор состава экспертной группы следует рассматривать как многоэтапный процесс, поэтому предлагается выделить следующие четыре основных шага:

Шаг 1. Выбор количества экспертов в составе рабочей группы.

Существуют различные подходы к выбору количества экспертов (m) в составе рабочей группы:

1) количество экспертов согласно [133] должно быть не меньше числа критериев внедрения системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов ($n=18$), т.е. $m \geq n=18$;

2) количество экспертов в [130, 157] рекомендуется определять по следующей формуле:

$$m \geq 0,5 \cdot (0,33/b + 5); \quad (6.1)$$

где b – ошибка результата экспертного анализа $0 < b < 1$.

Так, при допустимой ошибке экспертного анализа в 5% ($b=0,05$) в состав рабочей группы должно входить не менее 6 экспертов;

3) количество экспертов согласно принципу Гештальта должно быть в пределах 10 человек. При большем числе экспертов, во-первых, достаточно сложно согласовать их мнения, если эксперты принадлежат к различным направлениям, а во-вторых, возникают определенные сложности организации экспертного опроса;

4) на основании результатов практической деятельности [97] рекомендуется количество экспертов не менее 7 и не более 20 человек, а в [96] не менее 10 и не более 30, поскольку слишком малое их число приводит к недостоверности

групповой оценки, а слишком большое – к сложности организации экспертного опроса;

5) количество экспертов в [157] рекомендуется определять по следующей формуле:

$$m \leq \frac{3}{2 \cdot Q_{\max}} \cdot \sum_{i=1}^{m^*} Q_i, \quad (6.2)$$

где m^* – количество экспертов в предварительно сформированной группе;

Q_i – компетентность i -го эксперта, которая оценивается в баллах, например 16 баллов.

В [83, 265] для определения количества экспертов в составе рабочей группы предложено использовать теорию вероятности и элементы математической статистики. Это достаточно трудоемкий, но в то же время корректный подход. Поэтому в данной работе для расчета количества экспертов рабочей группы предлагается использовать упрощенный, модифицированный вариант этого подхода. За основу подхода берем аналогию между выборочными наблюдениями (выборками), имеющими место в статистических исследованиях, и оценками (баллами или рангами), которые дают эксперты определенному фактору при проведении экспертного анализа.

Из курса статистики [237] известно, что средняя ошибка выборки (μ) – это среднее квадратичное отклонение всех возможных значений выборочной средней от всего математического ожидания. Тогда (μ^2) – это дисперсия возможных значений выборочной средней. В курсе математической статистики показано, что величина (μ^2) в n раз меньше дисперсии (σ^2) в генеральной совокупности, где n – объем выбор

ки. Следует иметь в виду, что все это справедливо в условиях нормально распределенной генеральной совокупности.

Поэтому при большом объеме выборки справедливо следующее выражение:

$$\mu = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}. \quad (6.3)$$

При малом объеме выборки, когда $n < 30$, выражение (6.3), согласно теории математической статистики заменяется выражением:

$$\mu = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n-1}}. \quad (6.4)$$

После преобразований выражений (6.3) и (6.4) и замены объема выборки (n) на количество экспертов (m) в рабочей группе соответственно имеем

$$m = \frac{\sigma^2}{\mu^2}, \text{ если количество экспертов } m > 30; \quad (6.5)$$

$$m = \frac{\sigma^2}{\mu^2} + 1, \text{ если количество экспертов } m < 30. \quad (6.6)$$

Рекомендуемые численные значения количества экспертов в составе рабочей группы, полученные из выражений (6.5) и (6.6) для ряда типовых значений отношения (μ^2 / σ^2) , используемого на практике, приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Рекомендуемый количественный состав экспертов рабочей группы

(μ^2 / σ^2)	0,05	0,06	0,07	0,075	0,08	0,09	0,10	0,15	0,20	0,25
n	21	18	16	15	14	12	11	8	6	5

Поскольку наиболее широко в практической деятельности при проведении расчетов используется следующее выражение $(0,05 \leq (\mu^2 / \sigma^2) \leq 0,10)$, то получаем, что наиболее приемлемое количество экспертов в составе группы должно быть в пределах 11 – 21 человека в зависимости от допустимой величины (μ^2 / σ^2) . При этом следует иметь в виду: поскольку выбор количества экспертов зависит от уровня важности принимаемого решения, то если требуется получить более достоверные результаты работы экспертной группы или, наоборот, эти требования несколько снижены, то, соответственно, количество экспертов в составе рабочей группы может быть как больше 21 человека, так и меньше 11, как показано в таблице 6.6.

Полученные теоретически и рекомендуемые к использованию предельные значения для определения количественного состава экспертов рабочей группы практически совпадают с теми результатами, которые получены на основе практической деятельности и приведены в ряде ранее указанных работ.

Таким образом, можно считать, что предложенный подход к оценке предельных значений состава экспертов рабочей группы является достаточно корректным.

Шаг 2. Формирование списка возможных кандидатов в эксперты.

Рекомендуется использовать классический метод коллективного блокнота, когда принимающее решение лицо и его ближайшее окружение создают полные базовые списки экспертов по всем основным направлениям проекта внедрения системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов.

Шаг 3. Формирование предварительного списка экспертов рабочей группы и оценка уровня их компетентности.

Предварительный список экспертов формируется на основании базового списка с учетом возможностей экспертов принять участие в работе группы в определенный период времени. Затем оценивается уровень компетентности экспертов, входящих в состав этого списка [43, 49, 51, 54, 57, 58, 284, 288].

Для оценки уровня компетентности (K_i) каждого i -го эксперта предлагается использовать следующее выражение:

$$K_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 K_{ij} . \quad (6.7)$$

В выражении (6.7) включены следующие четыре обобщенных показателя:

1. Уровень компетентности: отсутствие знаний и опыта в области проектного менеджмента (0 баллов), координатор проекта (1 балл), специалист в области управления проектами (2 балла), сертифицированный менеджер проекта (3 балла), архитектор управления программой (4 балла).

2. Опыт работы по профилю проектной деятельности: отсутствует (0 баллов), до 3 лет (1 балл), до 5 лет (2 балла), до 10 лет (3 балла), свыше 10 лет (4 балла).

3. Административная и экономическая независимость в данной сфере: полная независимость (4 балла), знаком с работой предприятия (3 балла), является сотрудником предприятия, но не влияет на принятие решений (2 балла), непосредственно в ходе выполнения своих организационных функций связан с принятием решений (1 балл), работает в том же органе принятия решения (0 баллов).

4. Опыт участия в экспертном оценивании: отсутствует (0 баллов), низкий (1 балл), средний (2 балла), выше среднего (3 балла), высокий (4 балла).

Шаг 4. Формирование окончательного списка экспертов рабочей группы и оценка уровня ее компетентности.

Всех экспертов, прошедших аттестацию, ранжируют согласно уровню их компетентности, который отражает коэффициент K_i . Далее, используя таблицу 6.6 выбирают требуемое количество экспертов в составе рабочей группы. Экспертов последовательно выбирают из ранжированного ряда, начиная с наибольшего уровня компетентности.

Коэффициент представительности, или компетентности (M) экспертной группы вычисляется согласно [130] по следующей формуле:

$$M = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m K_i, \quad (6.8)$$

где K_i – коэффициент компетентности i -го эксперта;

m – количество экспертов в составе рабочей группы.

Сформированная рабочая группа экспертов является компетентной и способной корректно решать поставленные перед ней задачи, если уровень ее компетентности отвечает следующему условию [137]:

$$0,67 \leq M \leq 1. \quad (6.9)$$

Этап 3. Формулирование вопросов.

Формулировки вопросов должны быть четкими и однозначно трактуемыми, предполагать однозначные ответы.

Этап 4. Проведение экспертизы.

Метод Дельфи предполагает повторение нескольких шагов проведения опроса. Первоначально участники оценивают качество внедрения системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов по предлагаемой ниже шкале и дают обоснование своим оценкам. Необходимо отметить, что предложенная в таблице 6.7 шкала не инвариантна и требует пересмотра в каждом конкретном случае.

Таблица 6.7 – Шкала оценки качества внедрения системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов

Критерий	Шкала оценок
1	2
Полнота реализации запланированного функционала и информационных сервисов в СУПЭП (в качестве базиса сравнения может быть использована схема на рис. 2.4)	0 – функционал и информационные сервисы не реализованы 1 – частичная реализация запланированного функционала и информационных сервисов менее чем на 20% 2 – частичная реализация запланированного функционала и информационных сервисов менее чем на 50% 3 – частичная реализация запланированного функционала и информационных сервисов менее чем на 80% 2 – полная реализация запланированного функционала и информационных сервисов
Общая удовлетворенность пользователей той функциональностью и информационными сервисами, которые предоставляются СУПЭП	0 – абсолютная неудовлетворенность 1 – частичная удовлетворенность 2 – полная удовлетворенность
Степень доступности функциональности и информации, относящейся к проектно-ориентированной деятельности и содержащейся в других информационных системах, для СУПЭП	0 – доступ отсутствует 1 – имеется частичный доступ 2 – полный доступ
Степень доступности функциональности и информации, предоставляемой или содержащейся в СУПЭП, для других информационных систем	0 – доступ отсутствует 1 – имеется частичный доступ 2 – полный доступ
Наполненность регламентационной пирамиды (в качестве базиса для сравнения может быть использован перечень, представленный в подразделе 2.2.1 данной монографии)	0 – наполненность менее 20% 1 – наполненность на 50% 2 – наполненность на 70% 2 – наполненность свыше 70%

Продление таблицы 6.7

1	2
Качество проведенной адаптации регламентирующей и справочно-информационной документации по СУПЭП.	0 – адаптация отсутствует 1 – частичная адаптация 1 – средний уровень адаптации 2 – высокий уровень адаптации
Полнота учета в регламентирующей документации специфики и особенностей проектов предприятия и окружения	0 – отсутствие учета 1 – низкий уровень учета 2 – средний уровень учета 3 – достаточный уровень учета
Полнота реализации регламентов в информационной системе	0 – отсутствие регламентов в информационной системе 1 – низкий уровень реализации 2 – частичная реализация 3 – полная реализация
Наличие выполняемых процедур контроля соблюдения регламентов в рамках СУПЭП.	0 – контроль отсутствует 1 – контроль частичный 2 – полный контроль
Наличие и характер подтвержденных фактов корректирующих и предупреждающих воздействий по взаимному согласованию выполняемых процессов и регламентов	0 – отсутствие подтвержденных фактов 1 – наличие незначительного количества фактов 2 – наличие достаточного количества фактов
Система классификаторов внедрена и используется в задачах управления	0 – система классификаторов не внедрена 1 – система классификаторов внедрена, но не используется 2 – система классификаторов внедрена и используется
Система справочников создана и пополняется с учетом практических потребностей управления	0 – система справочников не создана 1 – система справочников создана, но не пополняется 2 – система справочников создана и пополняется
Разработаны наглядные карты процессов управления, отражающие состав работ и документов с учетом ролевых групп и ответственностей	0 – карты процессов управления не разработаны или разработаны частично 1 – карты процессов управления разработаны без учета ролевых групп и ответственностей 2 – карты процессов управления разработаны полностью

1	2
Создана база нормативно-регламентационной и справочно-информационной документации, доступная в форме ссылок и предметного поиска в информационной системе	0 – база не создана 1 – база создана, но доступ ограничен 2 – база создана и доступна
Создан электронный глоссарий для СУПЭП	0 – глоссарий отсутствует 1 – глоссарий включает лишь основные понятия 2 – глоссарий включает полную терминологию, используемую в портфельном управлении
Созданы специализированные адаптированные учебные программы для пользователей СУПЭП	0 – программы отсутствуют 1 – программы созданы
Созданы мультимедийные обучающие учебные курсы на основе специализированных адаптированных учебных программ	0 – курсы отсутствуют 1 – курсы созданы
Пользователи прошли обучение работе в СУПЭП	0 – прошли обучение менее 10% 1 – прошли обучение более 30% 2 – прошли обучение 50% 3 – прошли обучение более 70% 4 – все заинтересованные лица прошли обучение

Результаты оценок сводятся в таблицу вида 6.8.

Таблица 6.8 – Результаты первого этапа оценки

№ п/п	Критерий	Оценка	Оценка уровня компетентности эксперта (K_i)	Комментарии

Этап 5. Подведение итогов опроса

Аналитическая группа проводит статистическую обработку полученной от всех экспертов информации. Для этого рассчитывается среднее и средневзвешенное значения иссле-

дуемого критерия, определяется медиана как средний член общего ряда чисел, полученных от экспертов, и область доверительности. Область доверительности целесообразнее рассчитывать через показатель квартиля. Значение квартиля равно $\frac{1}{4}$ разницы между максимальной и минимальной оценками ряда. Сама область доверительности будет определяться минимальная оценка минус значение квартиля, максимальная оценка плюс значение квартиля.

Эксперты должны обязательно ознакомиться с результатами и заключениями аналитиков, после чего проводится второй (очередной) тур. Эксперты по результатам представленных расчетов могут увидеть, как корреспондируется их мнение с мнением всей группы экспертов. Они могут изменить свои мнения или оставить их прежними, но в этом случае выдвинуть контраргументы в свою пользу. При этом строго соблюдается принцип анонимности. Таким образом проводится 2-3 тура. В итоге получаем довольно точную групповую оценку.

Отметим, что система требований, а также количественных и качественных показателей дополняется с учетом конкретики необходимых изменений, специфичных для каждого предприятия при развертывании и внедрении СУПЭП: расширение методологии; новые роли и должности; изменение организационной структуры; изменение информационных систем; изменение процессов и пр.

6.2 Разработка механизма мониторинга как перманентного процесса дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов

Для эффективного функционирования системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов требуется надежная, постоянная и эффективная система монито-

ринга, которая служит информационным источником для инициации процессов адаптивной системы управления изменениями, т.е. совершенствования системы управления.

Мониторинг портфельного управления можно определить как постоянный процесс, благодаря которому регулярно формируется информация о прогрессе в достижении целей и задач портфеля проектов, а также целей и задач стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия. В противовес множеству определений, которые представляют мониторинг исключительно как процесс наблюдения за ходом осуществления проектной деятельности, определение, используемое в данной работе, акцентировано на анализе прогресса с точки зрения достигнутых результатов. Другими словами, мониторинг в контексте данного исследования призван не только ответить на вопрос: «Осуществляется ли запланированная проектная деятельность?», но и на вопрос: «Наблюдается ли прогресс на пути достижения поставленных в рамках портфеля энергоинфраструктурных проектов результатов?» Разница между этими двумя подходами имеет огромное значение. При более ограниченном подходе мониторинг фокусируется на отслеживании хода компонентов портфеля и использовании ресурсов предприятия. При более широком подходе мониторинг также предусматривает принятие во внимание целей стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия и определение адаптивных мер, которые необходимо принять для обеспечения прогресса в достижении наиболее важных результатов.

Мониторинг адаптивной системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов – это постоянный процесс обратной связи, изучения объекта управления, адаптации и усовершенствования системы управления. В результате мониторинга выполнения портфеля энергоинфраструктурных проектов как в модель объекта, так и в систему

управления формируются и вносятся корректирующие изменения, на основании которых в целом совершенствуется система управления портфелем энергоинфраструктурных проектов. Этот непрерывный процесс выполнения, изучения и усовершенствования является основой дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов на основе адаптивных технологий.

Изучение не только позволяет улучшить результаты компонентов и портфеля в целом за счет предпринятых вовремя необходимых адаптивных мер, но и развивает информационный и методологический потенциалы системы управления, т.е. повышается качество принимаемых решений, и совершенствуются процессы управления.

Неотъемлемой частью мониторинга является оценка, цель которой заключается в определении степени достижения поставленных целей и содействии принятию решений. В то время как мониторинг предоставляет в режиме реального времени информацию, необходимую для управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, оценка обеспечивает более глубокий анализ. Процесс мониторинга выявляет вопросы, на которые отвечает оценка. К тому же оценка в значительной мере опирается на информацию, полученную посредством мониторинга в ходе портфельного цикла.

В целом мониторинг и оценка портфельного управления служат нескольким целям:

- определению достижения, причем в динамике, намеченных результатов в соответствии с запланированными;
- определению необходимых корректирующих (адаптивных) мер для обеспечения получения намеченных результатов;
- оценке позитивности (значимости) этих адаптивных мер для развития системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов.

Мониторинг и оценка всегда связаны с заранее определенными результатами, устанавливаемыми в процессе планирования и формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов, которые являются собственно целевыми показателями и базой сравнения. В то же время в силу влияния внешних воздействий данные целевые установки могут изменяться, что должно сразу же учитываться в системе мониторинга и оценки.

Мониторинг дает возможность оценить логику портфеля энергоинфраструктурных проектов, его деятельность, ход осуществления на определенных этапах и при необходимости принимать корректирующие изменения, т.е. инициировать адаптивные технологии. В свою очередь, оценка дополняет мониторинг, предоставляя независимую и подробную информацию о том, что сработало и не сработало, и почему это произошло.

Необходимо отметить, что не существует единой схемы (механизма) мониторинга, которую можно было бы применять ко всем ситуациям, подход к мониторингу зависит от многих факторов: требований к отчетности; степени сложности, масштабности и контекста желаемых результатов.

В целом система мониторинга включает процессный мониторинг и мониторинг по результатам. **Процессный мониторинг** позволяет отслеживать прогресс достижения поставленных целей, задач и результатов, а **мониторинг по результатам** фиксирует собственно факт достижения либо недостижения результатов.

В силу того, что реализация портфеля энергоинфраструктурных проектов – достаточно масштабная и продолжительная деятельность предприятия и до наступления даже промежуточных результатов портфеля (результатов конкретных энергоинфраструктурных проектов) необходимо осуществлять оценку и анализ процесса их получения для своевре-

менной корректировки вектора достижения, наиболее целесообразным является использование механизма процессного мониторинга на четырех уровнях:

- *микроуровне* – мониторинг реализации отдельных компонентов портфеля;

- *миниуровне* – мониторинг соответствия критерию оптимизации и портфельным ограничениям;

- *макроуровне* – мониторинг качества системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов;

- *мегауровне* – мониторинг динамичности окружения портфеля.

Для каждого из данных уровней формируется соответствующий перечень контролируемых показателей (результатов) с их плановыми значениями, а также разрабатываются методы осуществления мониторинга.

В рамках данного исследования будут детализированы три последних уровня, т.к. механизмы мониторинга проектов достаточно хорошо представлены в ряде работ ученых и практиков в области проектного менеджмента [38, 48, 67, 113].

Контролируемыми показателями *системы мониторинга миниуровня* являются финансовая ценность портфеля энергоинфраструктурных проектов и ограничения четырех видов: бюджетные ограничения, ограничения на человеческие и иные ресурсы и стратегические ограничения, которые задаются в процессе планирования и формирования портфеля и, по сути, при его реализации являются целевым.

Такой вид мониторинга целесообразно осуществлять накануне моментов активизации финансовой активности портфеля, т.е. в предверии очередного транша собственных инвестиций. В соответствии с полученными результатами мониторинга по данным показателям в случае рассогласования их значений с плановыми определяются необходимые

изменения, принимаются решения об их инициации и осуществлении соответствующего вида адаптивных технологий (при незначительном рассогласовании – незначительная параметрическая или параметрическая).

При этом наиболее критичным параметром (в силу сложившихся экономических условий Украины и других причин, детализированных в последующих разделах данной работы) является полнота финансового обеспечения. И если выясняется факт, что значение профиля дефицита находится в пределах лимита либо превышает его, то вступают в ход более масштабные адаптивные технологии, например структурная адаптация либо адаптация объекта.

2. *Мониторинг макроуровня* несет на себе двойную контрольную нагрузку, он служит как для отслеживания прогресса достижения макрорезультатов в процессе реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов, так и для определения качества и потенциала развития системы портфельного управления. Контролируемые показатели такого вида мониторинга представлены в таблице 6.9 данного исследования. Большинство из них являются качественными и предполагают экспертный метод определения, процедура которого также представлена в предыдущем разделе работы.

Таблица 6.9 – Взаимовлияние СУПЭП и предприятия

	Влияние предприятия на портфель	Влияние портфеля на предприятие
1	2	3
Оргструктура	Определяет логику и особенности формирования и встраивания ОУП	ОУП берет на себя решение ряда специфических задач в рамках проектного управления. Изменяется ответственность и подотчетность. Вводятся новые роли и должности.

Продолжение таблицы 6.9

1	2	3
Организационная культура	Способность принять и осуществить изменения, обусловленные портфелем (как по содержанию, так и по объему). Возможные противодействия изменениям	Формирование атмосферы, ориентирующей на командную работу, достижение результатов и повышение эффективности при максимальном вовлечении всех заинтересованных лиц в процессы принятия решений. Делегирование ответственности. Широкое внедрение механизмов материального и морального стимулирования и поощрения за результаты
Регламентация	Модель деятельности предприятия является определяющей при формировании системы регламентации и в целом при определении логики внедрения СУПЭП. Инвариантные элементы модели портфельного управления должны быть адаптированы с учетом специфики предприятия	Должны быть четко формализованы и соответствующим образом регламентированы процессы стратегического управления. Должны быть внесены корректировки в существующие регламенты и рабочие инструкции, учитывающие взаимодействие с СУПЭП

С нашей точки зрения, наиболее важными, емкими и требующими детализации механизма оценки являются следующие результирующие показатели (табл. 6.10).

Механизм мониторинга по первому показателю детализирован в предыдущих разделах. В общем, в зависимости от уровня отклонения портфеля энергоинфраструктурных проектов в процессе реализации от запланированных трендов или темпов по достижению стратегических целей принимается решение об инициации того или иного вида адаптивных технологий. В некоторых случаях вполне допустимым по некоторым стратегическим целям является обеспечение индек-

са их выполнения в пределах $[0.7, 1.0]$, что не требует масштабного вмешательства и значительных изменений и можно ограничиться незначительной параметрической адаптацией.

Таблица 6.10 – Результирующие показатели макромониторинга портфеля энергоинфраструктурных проектов

Наименование	Целевые показатели
Реализуемость стратегии	Доведение индекса выполнения каждой стратегической цели до единицы
Реализованные возможности	<p>Максимизация финансовой ценности портфеля $\mathcal{E}P_{ин}^n \rightarrow \max$.</p> <p>Максимизация коммерческой ценности портфеля $K \rightarrow \max$ – за счет снижения энергоемкости продукции до необходимого (установленного) уровня $\Delta \mathcal{E}_{пр.у} \rightarrow \mathcal{E}P_{пр.у}^{троб}$.</p> <p>Максимизация технологической ценности – за счет повышения энергетической эффективности оборудования до заданного уровня $\mathcal{E}_{об} \rightarrow \mathcal{E}_{об}^{зад}$.</p> <p>Повышение агрегированной ценности, т.е. переход на качественно новый уровень энергетической безопасности вплоть до состояний «нормальное» и «благополучное» $\Delta E \rightarrow \Delta E^{троб}$</p>
Методологический потенциал	Отношение эскалируемых вопросов/проблем к общему объему зарегистрированных вопросов/проблем

В других случаях ситуация требует значительно более жесткого вмешательства, вплоть до ребалансировки и реоптимизации портфеля энергоинфраструктурных проектов.

Детализируем вторую группу показателей. Каждый из них является достаточно существенным результатом как собственно портфеля энергоинфраструктурных проектов, так и системы управления портфелем, и требует постоянного мониторинга динамики развития. Они, по сути, характеризуют уровень результативности и развития портфельного управления в масштабах всего предприятия, т.е. уровень его ценности. Представим методику оценки уровня результативности и развития управления портфелем энергоинфраструктурных

проектов, характеризующего его положение в момент финансовой активности j :

1. Обозначается через $Y_j(T)$ интегральный показатель мониторинга уровня результативности и развития управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, который зависит от ряда изменяемых во времени параметров Y_j . Функция $Y_j(T)$ формируется таким образом, чтобы через выбираемые моменты времени $T = T_1, T_2, \dots, T^{Fin}$ вычислять ее значения по наблюдаемым параметрам Y_1, Y_2, \dots, Y^{Fin} . Наблюдение можно начинать с любого момента $T, T \in \{T^{St}, T^{Fin}\}$. Если начать наблюдения с момента формирования портфеля, то они за достаточно долгий промежуток времени фактически будут соответствовать кривой жизненного цикла портфеля энергоинфраструктурных проектов.

2. Осуществляется выбор набора показателей, которые, по мнению экспертов, в наибольшей степени характеризуют результативность портфеля энергоинфраструктурных проектов с точки зрения его позиционирования и влияния на предприятие. В данной работе предложен один из вариантов набора показателей, которые, по мнению автора, наиболее полно характеризуют ценность портфеля для предприятия, но возможны и другие варианты в зависимости от общего видения портфельного управления в конкретных условиях экономики.

Принимается:

– a_i – набор показателей, характеризующих ценность портфеля для предприятия; $i = \overline{1, n}$, где n – количество показателей (в нашем случае $n = 4$);

– a_j – матрица результатов расчета показателей, где $j = \overline{1, T}$, причем T – количество временных интервалов мониторинга.

3. Осуществляется выбор нормативных значений выбранных показателей, с которыми в дальнейшем будут соотноситься расчетные величины. Данные нормативы могут устанавливаться на основании: показателей стратегических целей, решения руководства, в силу воздействия внешних факторов (конкуренция и др.), по аналогии с лучшими практиками, с наилучшим виртуальным вариантом, обладающим всей совокупностью наилучших показателей результативности и развития управления портфелем энергоинфраструктурных проектов и, т.д.

Принимается:

– a_i^n – нормативное значение показателя a_i .

4. По каждому показателю для каждого интервала мониторинга находятся их соответствующие индексы, которые принимают значение от 0 до 1, для чего реализуется следующая процедура:

$$Y_j = \frac{a_j}{a_i^n}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, T}, \quad (6.10)$$

если a_i^n больше соответствующего показателя (т.е. когда $a_j \rightarrow a_i^n$)

и

$$Y_j = \frac{a_i^n}{a_j}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, T}, \quad (6.11)$$

если a_i^n меньше соответствующего показателя.

Эти ограничения вызваны тем, что могут быть варианты, когда в перечень показателей, характеризующих результативность и развитие управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, будут включены разнонаправленные характеристики.

Таким образом, все полученные результаты принимают значения в интервале от 0 до 1.

Для каждого временного интервала суммарное значение ценности портфеля определяется по формуле:

$$Y_j = \sqrt[n]{Y_{1j} \times Y_{2j} \times \dots \times Y_{nj}} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n Y_j}, \quad (6.12)$$

которое также принимает значение в интервале от 0 до 1.

Наблюдая изменения данного показателя на протяжении всего периода финансовой активности портфеля, можно отслеживать динамику повышения или снижения его ценности и развития СУПЭП. Аналогично можно вести наблюдение по каждому показателю в отдельности.

Если в заданном тренде данных показателей наблюдаются отклонения в сторону снижения активности, то необходимо принимать решения соответствующего уровня об изменениях и инициировать адаптивные технологии. В большинстве случаев подобного рода отклонения свидетельствуют о значительных проблемах в реализации портфеля энергоинфраструктурных проектов, что, скорее всего, потребует структурной адаптации или адаптации объекта.

Еще один результирующий показатель данного вида мониторинга – это методологический потенциал, который, по сути, характеризует, насколько система управления портфелем энергоинфраструктурных проектов с точки зрения ее информативности, знаний, опыта и методического обеспечения способна обеспечивать эффективную и результативную реализацию портфеля и достижение стратегических целей. Этот показатель рассчитывается как отношение эскалируемых вопросов/проблем к общему объему зарегистрированных вопросов/проблем, которые возникают в ходе реализации процессов управления портфелем энергоинфраструктурных проектов. Естественно, чем быстрее динамика снижения данного показателя, тем выше методологический потенциал системы управления, а также ее способность к снижению необходимости в масштабных адаптивных технологиях.

До сих пор рассматривалась система мониторинга во внутреннем с точки зрения системы управления портфелем контуре. В то же время, как было установлено значительное влияние на результативность, ценность, управляемость и существование портфеля энергоинфраструктурных проектов оказывает внешнее окружение, следовательно, *мониторинг мегауровня* (изменений состояний внешнего окружения портфеля) является неотъемлемой частью системы мониторинга портфеля энергоинфраструктурных проектов и его системы управления. Модель оценки динамичности окружения портфеля представлена в третьем разделе исследования, а также определены основные воздействия на СУПЭП, возможные виды адаптивных технологий и некоторые базовые виды необходимых изменений. Дополнительно стоит отметить, что периодичность проведения данного вида мониторинга будет зависеть от условий функционирования конкретного предприятия, устойчивости сектора экономики, лояльности руководства предприятия в отношении рисков и т.д., но не реже, чем два раза в год, когда наблюдаются значительные колебания в ценообразовании государства, а также в случае возникновения любого рода возмущений в экономике либо политике государства.

Для некоторых предприятий этот вид мониторинга может быть базовым, а другие виды – уточняющими. Это целесообразно в том случае, когда предприятие занимает неустойчивую позицию на рынке, но является достаточно масштабным с точки зрения денежного оборота, либо предприятие выходит на новые неизвестные рынки и др.

На основании предложенного механизма формируется четкий алгоритм дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов на основе адаптивных технологий с замкнутым циклом (рис. 6.6), при этом, внутренняя адаптация также происходит в каждом из блоков представленной схемы.



Рисунок 6.6 – Алгоритм дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов на основе адаптивных технологий с замкнутым циклом

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа посвящена решению актуальной научно-прикладной проблемы создания концептуальных основ, моделей, методов и средств, формирующих новую методологию дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов в условиях динамического окружения (которому свойственны внезапные изменения и почти полная неопределенность), изменчивости структуры и характеристик объекта, а также наличия существенных инвестиционных ограничений, на основе адаптивного подхода с целью повышения эффективности энергоинфраструктуры субъектов реального сектора экономики.

Проведенный анализ текущих среды и условий функционирования украинских предприятий, а также оценка влияния энергетического фактора на эффективность их функционирования показал, что решение проблем повышения конкурентоспособности экономики Украины в целом и ее субъектов в частности сводится к рационализации энергопотребления, реализуемой с помощью портфеля проектов по повышению энергоэффективности и энергобезопасности энергоинфраструктуры, которая представляет собой комплекс структур: технологической (в состав которой входят технические объекты), организационной, материальной и методической.

В результате изучения известных методов, механизмов, подходов к управлению развитием энергетических инфраструктур установлено, что существует противоречие между стратегическими целями и отсутствием средств их достижения в виде новых подходов к управлению портфелями энергоинфраструктурных проектов в условиях динамичности окружения, отсутствия априорной информации о внешних воз-

действиях, изменчивости характеристик и структуры объекта, недостаточности инвестиций. Это позволило сформулировать необходимость в решении научно-прикладной проблемы формирования методологии дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов на основе адаптивного подхода с целью повышения эффективности энергоинфраструктуры субъектов реального сектора экономики.

В целях успешного решения задач развития энергоинфраструктуры предприятий предложена концептуальная модель системы управления, построенная на принципах синергизма, т. е. синтеза методологий портфельного управления с оперативным управлением энергопотреблением, энергетическим менеджментом и стратегическим управлением.

Разработана модель управления портфелем энергоинфраструктурных проектов на основе дуальной теории и принципа обратных связей динамических систем, учитывающая взаимосвязь и взаимообусловленность процессов функционирования и развития объекта и системы управления, а также взаимодействие с внешней средой, и позволяющая формировать механизмы дуального управления процессами портфельного менеджмента через параметры информации о состоянии объекта управления, которые с помощью комбинаторики превращаются в управленческие компетенции с целью повышения результативности данного вида проектной деятельности.

В рамках создания методологической базы исследования были формализованы основные и качественные характеристики, разработаны содержательные и структурные модели объекта управления – портфеля энергоинфраструктурных проектов и его компонентов. Также введено понятие качества портфельного управления и сформулированы принципы его оценки. Сформирована система показателей для контроля

качества системы управления портфелями энергоинфраструктурных проектов на всех этапах жизненного цикла от принятия решения о развертывании и внедрении до управления эксплуатацией, включающая как количественные, так и качественные показатели; также предложены методы их оценки.

Разработан метод модификационной изменчивости, который позволяет определять предельный уровень повышения качества системы управления портфелем энергоинфраструктурных проектов для обеспечения управляемости проектной деятельности и формирования необходимых адаптивных механизмов.

Разработаны теоретические основы портфельного менеджмента, основанные на принципах дуальности, адаптивности и сбалансированности, сформированные в виде основных концептуальных положений, системной методологии управления портфелем энергоинфраструктурных проектов и базовой системы показателей, которые направлены на оценку достижения требуемых уровней энергоэффективности и энергобезопасности.

Разработана методология дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов на основе адаптивных технологий, которая базируется на трех взаимосвязанных адаптивных системах – планирования и формирования, мониторинга, управления изменениями – и регламентирует формирование закона адаптации, при котором внешние воздействия на объект управления не приводят к существенному снижению качества управления и потере управляемости.

Детализированы понятие «внешнее окружение портфеля энергоинфраструктурных проектов», его составляющие, факторы и параметры динамичности. Разработан метод оценки динамичности внешнего окружения портфеля энергоинфраструктурных проектов на основе нечетких лингвистических моделей, что позволяет на основании качественной информации о состоянии внешнего окружения определять масштабы необходимых изменений и проектировать адаптивные технологии управления портфелем.

Формализованы процессы дуального управления портфелем энергоинфраструктурных проектов, которые формируют основу адаптивной технологии портфельного управления. Сформирована непротиворечивая и согласованная процессная модель, связывающая воедино адаптивные системы планирования и формирования, мониторинга и управления изменениями.

Разработаны модели, методы и механизмы адаптивной системы планирования портфеля энергоинфраструктурных проектов. Сформирована базовая система показателей энергоэффективности и энергобезопасности предприятия. Анализ этих показателей обеспечивает возможность выявления имеющихся и прогнозных проблемных зон и причин их возникновения. Таким образом, обеспечивается детализация стратегических направлений развития и формируются энергоинфраструктурные проектные инициативы, направленные на решение выявленных проблем.

Для анализа и оценки уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры предприятия разработан индикативный метод диагностирования, позволяющий определять уровень энергобезопасности, выявлять степень действия отдельных внешних и внутренних угроз, формировать энергоинфраструктурные проектные инициативы по нейтрализации или устранению этих угроз.

Разработана адаптивная система формирования портфеля энергоинфраструктурных проектов, которая включает модели, методы и механизмы antecedentного отбора компонентов в портфель, технико-экономического обоснования проектных предложений, окончательного отбора энергоинфраструктурных проектов. Разработаны модель и механизм балансирования и приоритезации компонентов портфеля. Таким образом, формируется возможное множество портфелей энергоинфраструктурных проектов и с помощью метода отбора портфелей выполняется окончательный выбор наиболее эффективного по показателям ценности.

Разработана системная модель процессного мониторинга. Основной составной частью модели является четырехуровневая система, благодаря которой выявляются отклонения от плановых показателей проектной деятельности и формируются корректирующие действия, направленные на более эффективное достижение стратегических целей. Это является основой для определения адаптивной технологии, основанной на принципах дуального управления.

Предложена матричная модель оценки текущего воздействия портфеля на достижение стратегических целей развития энергетической инфраструктуры. На базе этой модели разработан метод, позволяющий определять взаимосвязи и силу воздействия проектов на достижение стратегических целей в каждый конкретный момент финансовой активности портфеля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аверкин, М.Г. Управление проектами: коммуникативная составляющая интегральной функции управления корпорацией (в практике современной компании) [Текст]: моногр. / М.Г. Аверкин, Е.А. Зайцева. — Нижний Новгород: НГТУ, 2007. — 143 с.
2. Азаров, Н.Я. Инновационные механизмы управления программами развития [Текст] / Н.Я. Азаров, Ф.А. Ярошенко, С.Д. Бушуев. — Киев: Саммит-Книга, 2011. — 528 с.
3. Акулич, И.Л. Задачи нелинейного программирования [Текст] / И.Л. Акулич // Математическое программирование в примерах и задачах. — М.: Высшая школа, 1986. — Гл. 3. — 319 с.
4. Алавердян, Л.Н. Уголь в системе энергообеспечения национальной экономики [Текст] / Л.Н. Алавердян // Уголь Украины. — 2008. — № 6. — С. 9–12.
5. Александров, А.Г. Оптимальные и адаптивные системы [Текст]: учеб. пособие для вузов по специальности «Автоматика и управление в технических системах» / А.Г. Александров. — М.: Высшая школа, 1989. — 263 с.
6. Алексеев, А.В. Лингвистические модели принятия решений в нечетких ситуационных системах управления [Текст] / А.В. Алексеев // Методы принятия решений в нечетких неопределенности. — Рига: РПИ, 1980. — С. 19–25.
7. Андрижиевский, А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент [Текст]: учеб. пособие / А.А. Андрижиевский, В.И. Володин. — 2-е изд. — Минск: Высшая школа, 2005. — 294 с.
8. Анискин, Ю.П. Внутрифирменное планирование [Текст]: учеб. пособие / Ю.П. Анискин. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. — 240 с.

9. Ансофф, И. Новая корпоративная стратегия [Текст] / И. Ансофф. — Спб.: Питер, 1999. — 416 с.
10. Ансофф, И. Стратегическое управление [Текст] / И. Ансофф. — М.: Экономика, 1989. — 303 с.
11. Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении [Текст]: учеб. пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин; под ред. А.А. Емельянова. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 368 с.
12. Анынин, В.М. Инновации и рынок: стратегия, управление, эффективность. Аналитический обзор [Текст] / В.М. Анынин. — М.: ВНИИ Центр, 1992. — 75 с.
13. Армстронг, М. Performance Management. Управление эффективностью работы [Текст] / М. Армстронг, А. Барон // Performance Management: The New Realities. — М.: Нипро, 2005. — 384 с.
14. А.с. № 16-15/344 від 25.01.2010 р. Методика техніко-економічного обґрунтування енергозберігаючих проєктів [Текст] / М.К. Сухонос. — № 31687 від 20.01.2010 р.; заява 20.11.2009 р.; опубл. 20.01.2010 р., Бюл. № 31687. — 39 с.
15. Кент, А. Экстремальное программирование: постановка процесса. С первых шагов и до победного конца [Текст] / А. Кент, Р. Миллер. — СПб.: Питер, 2003. — 368 с.
16. Афоничкин, А.И. Управленческие решения в экономических системах [Текст] / А.И. Афоничкин, Д.Г. Михаленко. — СПб.: Питер, 2009. — 480 с.
17. Бабаев, В.Н. Анализ технико-экономического состояния системы электроснабжения г. Харькова [Текст] / В.Н. Бабаев, М.К. Сухонос, Д.Н. Калюжный // Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів: зб. наук. праць І Всеукраїнської науково-технічної конференції викладачів, аспірантів і студентів. — Донецьк, 2012. — С. 40–41.

18. Бабаев, И.А. Инновационные технологии в управлении региональными проектами [Текст] / И.А. Бабаев // Управление проектами: сб. науч. тр. — М.: Издательский дом Гребенникова, 2005. — № 4 (04). — С. 19–30.

19. Бабаев, И.А. Методология управления проектами [Текст] / И.А. Бабаев. — Баку: Изд-во «Наука», 2002. — 300 с.

20. Бабаев, И.А. Определение успешности проекта на основе генетического анализа [Текст] / И.А. Бабаев, Н.С. Бушуева // Известия НАН Азербайджана. — Баку: Изд-во «Наука», 2006. — № 2. — С. 132–136.

21. Баев, И.А. Индикативный анализ энергетической безопасности предприятия [Текст] / И.А. Баев, Т.Г. Каримова // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. — М.: Изд-во ЮУрГУ, 2009. — № 8. — С. 53–58.

22. Бараннік, В.О. Енергозбереження — пріоритетний напрям енергетичної політики та підвищення енергетичної безпеки України [Текст] / В.О. Бараннік, М.Г. Земляний // Енергоефективність — 2004: Міжнар. наук.-практ. конф.: зб. наук. праць. — 2004. — С. 97–108.

23. Баранчеев, В.П. Управление инновационными проектами (стратегии прорыва хайтек-продуктов) [Текст]: науч.-практ. пособие / В.П. Баранчеев. — М.: ООО «Фирма «Благовест-В», 2007. — 192 с.

24. Баринов, В.А. Стратегический менеджмент [Текст]: учебник / В.А. Баринов, В.Л. Харченко. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 237 с.

25. Баринов, В.А. Экономика фирмы: стратегическое планирование [Текст] / В.А. Баринов. — М.: КноРус, 2005. — 230 с.

26. Бахарев, П. Новые средства энергосбережения и оптимизации энергопотребления [Текст] / П. Бахарев, А. Виноградов, А. Лавров и др. // Силовая электроника. — 2005. — С. 30–33.

27. Бахрамов, Ю. Методы оценки рисков при составлении плана финансирования инвестиционных проектов [Текст] / Ю. Бахрамов, А. Сахаров // Инвестиции в России. — 1997. — № 7–8. — С. 41–44.

28. Башмаков, И.А. Потенциал энергосбережения в России [Текст] / И.А. Башмаков // Энергосбережение. — 2009. — № 1. — С. 28–35.

29. Белбин, Р.М. Команды менеджеров. Секреты успеха и причины неудач [Текст] / Р.М. Белбин. — М.: Нипро. — 2003. — 315 с.

30. Белоконь, А.И. Основы принятия решений при управлении деятельностью организации с помощью проектов [Текст] / А.И. Белоконь, Д.Л. Левчинский // Новини науки Придніпров'я: наук.-практ. журнал. — Дніпропетровськ: Видавництво «Дніпро-VAL», 2004. — С. 63–68.

31. Бешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок [Текст] / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. — М.: Статистика, 1974. — 160 с.

32. Биггарт, Н. Социальная организация и экономическое развитие [Текст] / Н. Биггарт; под ред. В.В. Радаева // Экономическая социология. — 2001. — Т. 2, № 5. — С. 49–58.

33. Бир, С. Кибернетика и управление производством [Текст] / С. Бир; пер. с англ. В.Я. Алтаева. — М.: Наука, 1963. — 276 с.

34. Бланк, И.А. Управление прибылью [Текст] / И.А. Бланк. — 3-е изд. — М.: Ника-Центр, 2007. — 768 с.

35. Богданов, В.В. Управление проектами. Корпоративная система — шаг за шагом [Текст] / В.В. Богданов. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. — 248 с.

36. Большаков, В.И. Управление организациями с помощью проектов [Текст] / В.И. Большаков, А.И. Белоконь, Д.Л. Левчинский. — Днепропетровск: ПГАСА, 2006. — 123 с.

37. Бондаренко, Н.И. Методология системного подхода к решению проблем: история, теория, практика [Текст] / Н.И. Бондаренко. — СПб.: Изд-во Санкт-Петерб. ун-та экономики и финансов, 1997. — 388 с.

38. Борисов, А.Б. Большой экономический словарь [Текст] / А.Б. Борисов. — М.: Книжный мир, 2003. — 895 с.

39. Бронштейн, Е.М. Сравнительный анализ показателей эффективности инвестиционных проектов [Текст] / Е.М. Бронштейн, Д.А. Черняк // Экономика и математические методы. — 2005. — № 2. — С. 21–28.

40. Бурков, В.Н. Как управлять проектами [Текст] / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. — М.: Синерг, 1997. — 187 с.

41. Бурков, В.Н. Прикладные задачи теории графов [Текст] / В.Н. Бурков, И.А. Горгидзе, С.Е. Ловецкий. — Тбилиси: Мецниереба, 1974. — 234 с.

42. Бушуев, С.Д. Динамическое лидерство в управлении проектами [Текст] / С.Д. Бушуев, В.В. Мороз. — Киев : Випол, 1999. — 310 с.

43. Бушуев, С.Д. Методология управления проектами как универсальная модель знаний [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2003. — № 3. — С. 5–12.

44. Бушуев, С.Д. Механизмы проактивного управления программами организационного развития [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Збірник наукових праць Нац. ун-ту кораблебудування ім. Адмірала Макарова. — 2006. — № 5/1. — С. 3–11.

45. Бушуев, С.Д. Проактивное управление программы организационного развития [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Управление проектами и программами. — 2007. — № 4(12). — С. 270–282.

46. Бушуев, С.Д. Проектний офіс як методологія мультипроектного управління [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, Д.І. Шороп // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2004. — № 1. — С. 24–31.

47. Бушуев, С.Д. Проектный менеджмент. Взгляд в будущее [Текст] / С.Д. Бушуев // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць — 2000. — С. 7–10.

48. Бушуев, С.Д. Развитие систем знаний и технологий управления проектами. [Текст] / С.Д. Бушуев // Управление проектами и программами. — 2005. — № 2 (2). — С. 31–44.

49. Бушуев, С.Д. Развитие систем знаний и технологий управления проектами [Текст] / С.Д. Бушуев // Управление проектами. — 2005. — № 2 (2). — С. 18–24.

50. Бушуев, С.Д. Развитие структур знаний на основе методологий управления проектами [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Логос: научно-аналитический журнал. — 2006. — № 3. — С. 16–29.

51. Бушуев, С.Д. Современные подходы к развитию методологий управления проектами [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2005. — № 1. — С. 5–19.

52. Бушуев, С.Д. Управление портфелем проектов в чрезвычайных ситуациях [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Науково-практичні проблеми моделювання та прогнозування надзвичайних ситуацій. — 1999. — Вип. 2. — С. 74–77.

53. Бушуев, С.Д. Управление проектами. Основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров [Текст]: моногр. / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева. — Киев: Українська асоціація управління проектами, 2006. — 202 с.

54. Бушуев, С.Д. Формирование генетического кода проекта как инструмента навигации по его жизненному пути [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, И.А. Бабаев // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2005. — № 2. — С. 5–10.

55. Бушуев, С.Д. Генетическая модель проекта как инструмент навигации по его жизненному пути [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Логос: научно-аналитический журнал. — 2006. — № 4. — С. 33–42.

56. Бушуева, Н.С. Сертификационная программа профессиональных проектных менеджеров [Текст] / Н.С. Бушуева // Вісник Східноукр. держ. ун-ту. — 1998. — № 6 (16). — С. 20–23.

57. Бушуева, Н.С. Управление качеством при подготовке и продвижении профессиональных проектных менеджеров [Текст] / Н.С. Бушуева // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2001. — № 1. — С. 104–108.

58. Бушуев, С.Д. Модели и методы стратегического развития организаций от «видения» к реальности [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2005. — № 4. — С. 5–12.

59. Бушуєв, С.Д. Технологічна зрілість як інструмент стратегічного розвитку компаній на основі управління проектами [Текст] / С.Д. Бушуєв, Н.С. Бушуєва, О.О. Покровницька // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2004. — № 1. — С. 5–17.

60. Бурков, В.Н. Метод сетевого программирования в задачах управления проектами: [Электронный ресурс] / В.Н. Бурков, И.В. Буркова // Управление большими системами, Москва, №30-1. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metod-setevogo-programmirovaniya-v-zadachah-upravleniya-proektami> 17.04.2012 г.

61. Быстрицкий, Г.Ф. Основы энергетики [Текст]: учебник / Г.Ф. Быстрицкий. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 278 с.

62. Васильев, Д.А. Модели и методы управления режимом потребления электроэнергии промышленными предприятиями с непрерывным характером производства: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / Васильев Дмитрий Анатольевич; Саратов. гос. техн. ун-т. — Саратов, 2003. — 24 с.

63. Виссема, Х. Стратегический менеджмент и предпринимательство: возможности для будущего процветания [Текст] / Х. Виссема. — М.: Финпресс, 2000. — 272 с.

64. Виханский, О.С. Стратегическое управление [Текст] / О.С. Виханский. — М.: МГУ, 2001. — 252 с.

65. Вишневская, О.В. Направленность стратегического развития предприятия: модели, контроль и управляющие воздействия [Текст] / О.В. Вишневская // Менеджмент в России и за рубежом. — 2004. — № 5. — С. 22–27.

66. ДСанПНН. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання [Текст]. — Київ: М-во охорони здоров'я України, 1997.

67. Воропаев, В.И. Методы и средства управления проектами XXI века [Текст] / В.И. Воропаев. — М.: СОВНЕТ. — 1997. — 385 с.

68. Воропаев, В.И. Системное представление управления проектами [Текст] / В.И. Воропаев, Г.И. Секлетова // Управление проектами: Восток-Запад — Грань Тысячелетий: сб. тр. междунар. симп., Москва, 1–4 декабря 1999 г. — М.: СОВНЕТ, 1999. — Т. 1. — С. 71–77.

69. Воропаев, В.И. Управление проектами: Основы профессиональных знаний [Текст] / В.И. Воропаев // Национальные требования к компетенции специалистов. — М.: СОВНЕТ, «Кубс Групп», 2001. — 265 с.

70. Воропай, Н.И. Энергетическая безопасность — надежность систем энергетики — надежность энергоснабжения: соотношение понятий и аспектов исследования [Текст] / Н.И. Воропай, Л.Д. Криворучский, Н.И. Пяткова // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. — 1996. — Вып. 48. — С. 74–80.

71. Востриков, А.С. Экстремальные и оптимальные системы автоматического управления [Текст]: учеб. пособие / А.С. Востриков, Г.А. Французова. — Новосибирск: НГТУ, 2001. — 63 с.

72. Высоцкая, Г.В. Оценка целевых программ: применение мирового опыта в органах государственной власти и органах местного самоуправления в Украине [Текст] / Г.В. Высоцкая, Н.Ю. Карпенко, М.К. Сухonos // Программа и тезисы докл. XXXVI науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. — Харьков, 2012. — С. 62–63.

73. Гаврилов, В.В. Энергобезопасность сегодня: эффективное использование энергоресурсов, международное сотрудничество [Текст] / В.В. Гаврилов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2008. — №1 — С. 53–56.

74. Гаврилов, Н.Н. Введение в управление портфелями проектов [Текст] / Н.Н. Гаврилов, А.А. Матвеев // Труды Инженерно-экономического института (РЭА им. Г.В. Плеханова). — М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2004. — Вып. 4. — 569 с. — С. 139–149.

75. Гапоненко, Т.В. Управленческие решения [Текст] / Т.В. Гапоненко. — Ростов на Дону: Феникс, 2008. — 284 с.

76. Гафуров, А.Р. Сущность категории «энергетическая безопасность» и ее место в общей структуре безопасности [Текст] / А.Р. Гафуров // Вестник МГТУ. — 2010. — Т. 13, № 1. — С. 178–182.

77. Гелетуха, Г.Г. Анализ основных положений «Энергетической стратегии Украины на период до 2030 года» [Текст] / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная // Промышленная теплотехника. — 2006. — Т. 28, № 5. — С. 82–92.

78. Генс, Г.В. Концепция Business Performance Management: начало пути [Текст] / Г.В. Генс. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. — 270 с.

79. Гершман, М.А. Инновационный менеджмент [Текст] / М.А. Гершман. — М.: Маркет ДС, 2008. — 200 с.

80. Гончаренко, Л.П. Риск-менеджмент [Текст]: учеб. пособие / Л.П. Гончаренко. — М.: КноРус, 2006. — 215 с.

81. Горбашко, Е.А. Управление качеством [Текст] / Е.А. Горбашко. — Спб.: Питер, 2008. — 384 с.

82. Грей, К. Ф. Управление проектами. Практическое руководство [Текст]/ К. Ф. Грей, Э. У. Ларсон. — М.: Изд-во «Дело и Сервис» (ДИС), 2002. — 528 с.

83. Гурков И.Б. Адаптация промышленной фирмы: теория и практика / И.Б. Гурков. — М.: ВШЭ, 1997.

84. Гурский, Е.И. Теория вероятностей с элементами математической статистики [Текст] / Е.И. Гурский. — М.: Высшая школа, 1971. — 328 с.

85. Данилов, И.П. Мониторинг показателей энергоэффективности для нормального функционирования региона [Текст] / И.П. Данилов, А.И. Кузьмичев, В.В. Никитин, А.В. Щипцова // Проблемы современной экономики. — 2008. — С. 54–57.

86. Статистичний бюлетень про основні показники роботи електроенергетичної галузі України за 2010 рік [Текст]. — Киев: Держстат України, 2010. — С. 21.

87. Дерзский, В.Г. Моделирование задач энергосбережения в энергопередающих компаниях [Текст] / В.Г. Дерзский, В.Ф. Скиба // Энергетика и электрификация. — 2010. — № 11. — С. 22-31.

88. Кендалл, Дж. И. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами: Максимизация ROI [Текст] / Дж. И. Кендалл, С. К. Роллинз. — М.: ЗАО «ПМсофт», 2004. — 576 с., ил.

89. Ван Дейк Д. Европейские стандарты энергоэффективности зданий [Электронный ресурс] / Д. ван Дейк // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». — Январь, 2012. — № 1. — Режим доступа к журналу: http://www.esco-ecosys.narod.ru/2012_1/art113.htm.

90. Дружинин, Е.А. Реализация стратегии диверсификации на основе управления компетенциями предприятия и его сотрудников [Текст] / Е.А. Дружинин, М.В. Кравченко, Б.В. Гайдабрус // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 1/11 (55). — С. 4–6.

91. Друкер, П.Ф. Управление, нацеленное на результаты [Текст] / П.Ф. Друкер. — М.: Технологическая школа бизнеса, 1992. — 192 с.

92. Друкер, П.Ф. Бизнес и инновации [Текст] / П.Ф. Друкер. — М.: Изд-во «Вильямс», 2007. — 432.

93. Дурицына, Р.Ф. Опыт применения проектного управления России [Текст]: учеб. пособие / Р.Ф. Дурицына. — Благовещенск: ПКИ «Зея», 2001. — 86 с.

94. Дынкин, Е.Б. Марковские процессы [Текст] / редкол. Л.А. Люстерник, А.Р. Янпольский. — М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1963. — 861 с.

95. ДСТУ 4713:2007. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт [Текст]. — Чинний від 2007-07-01. — Київ: Держспоживстандарт України, 2007. — 18 с.

96. Енергоефективність як ресурс інноваційного розвитку: Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності у 2008 році [Текст] / С.Ф. Єрмілов, В.М. Геєць, Ю.П. Яценко, В.В. Григоровський, В.Е. Лір та ін. — Київ: НАЕР, 2009. — 93 с.

97. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Текст] // Інформаційно-аналітичний бюлетень «Відомості Міністерства палива та енергетики України». — Спец. вип. — Київ, 2006. — 113 с.

98. Ефимов, Д.В. Робастное и адаптивное управление нелинейными колебаниями [Текст] / Д.В. Ефимов. — СПб.: Наука, 2005. — 314 с.

99. Жуков, Б.М. Исследование систем управления [Текст] / Б.М. Жуков, Е.Н.Ткачева. — М.: Дашков и К, 2011. — 208 с.

100. Зерный, Ю.В. Управление качеством в приборостроении [Текст] / Ю.В. Зерный, А.Г. Польшаный, А.А. Якушин. — М.: Новый центр, 2011. — 479 с.

101. Зорич, В.А. Математический анализ [Текст] / — В.А. Зорич. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: ФАЗИС, 1997. — Ч. 1.

102. Зюзин, А.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования предприятий и установок [Текст] / А.Ф. Зюзин, А.М. Вишток, Н.З. Поконов. — М.: Высшая школа, 1971. — 366 с.

103. Иванов, В.А. Теория оптимальных систем автоматического управления [Текст]: учеб. пособие / В.А. Иванов, Н.В. Фалдин; под ред. Е.П. Попова. — М.: Наука, 1981. — 332 с.

104. Иващенко, В.А. Исследование и оптимизация структуры принятия решений в задачах управления электропотреблением предприятия [Текст] / В.А. Иващенко // Методы и системы управления и диагностирования: межвуз. науч. сб. — Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1984. — С. 10–16.

105. Иващенко, В.А. Модели и методы управления электропотреблением промышленных предприятий [Текст] / В.А. Иващенко // Информационные технологии в науке, производстве и социальной сфере: сб. науч. тр.; под ред. акад. Ю.В. Гуляева. — Саратов: Научная книга, 2005. — С. 248–256.

106. Инвестирование. Финансирование. Кредитование: Стратегия и тактика предприятия [Текст] / под ред. Н.Н. Ушаковой. — Киев: Киевск. гос. торгово-эконом. ун-т., 1997. — 191 с.

107. Інформаційна довідка про основні показники роботи паливно-енергетичного комплексу за 2000–2010 рр. [Електронний ресурс] // Мінпаливенерго України. — Режим доступу: www.mpe.kmu.gov.ua.

108. Інформаційна довідка про основні показники роботи паливно-енергетичного комплексу за 2011 р. [Електронний ресурс] // Мінпаливенерго України. — Режим доступу: www.mpe.kmu.gov.ua.

109. Кантор, М. Управление программными проектами: практическое руководство по разработке успешного программного обеспечения [Текст] / М. Кантор. — М.: Изд-во «Вильямс», 2002. — 176 с.

110. Каплан, Р. Организация, ориентированная на стратегию [Текст] / Р. Каплан, Д. Нортон. — М.: МАГ Консалтинг, 2004. — 416 с.

111. Каплан, Р. Стратегические карты [Текст] / Р. Каплан, Д. Нортон. — М.: Изд-во ЗАО «Олимп-бизнес», 2005. — 482 с.

112. Карасев, О. Форсайт и дорожные карты в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности [Электронный ресурс] / О. Карасев, В. Лавров // Информационные ресурсы России. — 2010. — № 4. — Режим доступа: http://www.aselibrary.ru/digital_resources/journal/irr/2010/number_4.

113. Катькало, В.С. Питер Друкер и современный менеджмент [Текст] / В.С. Катькало // Вестник СПб ГУ. — 1995. — Вып. 3. — Сер. 5. — С. 14–23.

114. Кендалл, Дж. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами [Текст] / Дж. Кендалл, С. Роллинз. — М.: ПМСофт, 2004. — 569 с.

115. Керівництво з питань визначення компетентності й сертифікації українських професіональних керівників і фахівців з питань управління проектами NCB (ua) [Текст]: моногр. / С.Д. Бушуєв, Н.С. Бушуєва, В.Ю. Биков, В.Д. Шпильовий. — Київ: Українська асоціація управління проектами, 2000. — 84 с.

116. Керівництво з питань проектного менеджменту РМВОК [Текст] / за ред. С.Д. Бушуєва. — Київ: Ділова Україна, 2000. — 197 с.

117. Кибернетика и менеджмент — Cybernetics and Management [Текст] / Стаффорд Бир; пер. с англ. В. Алтаева. — М.: КомКнига, 2011. — 280 с.

118. Кингсеп, А.С. Основы физики. Курс общей физики: в 2 т. [Текст]: учебник / А.С. Кингсеп, Г.Р. Локшин, О.А. Олхов; под ред. А.С. Кингсепа. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. — Т. 1: Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика. — 560 с.

119. Князевский, Б.А. Электроснабжение промышленных предприятий [Текст]: учебник / Б.А. Князевский, Б.Ю. Липкин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1979. — 430 с.

120. Козлов, А.С. Методология управления Портфелем Программ и Проектов [Текст]: моногр. / А.С. Козлов. — М.: ЗАО «Проектная ПРАКТИКА», 2009. — 194 с.

121. Козлов, А.С. Структурная модель взаимосвязей организационно-распорядительной документации проектной деятельности [Текст] / А.С. Козлов // Вестник университета. — 2006. — №2 (18). — С. 14–15.

122. Коновалова, Л.Л. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Текст] / Л.Л. Коновалова, Л.Д. Рожкова. — Энергоатомиздат, 1989. — 526 с.

123. Кононенко, И.В. Компьютеризация управления развитием производственно-экономических систем [Текст] / И.В. Кононенко. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. — 239 с.

124. Кононенко, И.В. Математическая модель и метод минимизации сроков выполнения работ по проекту [Текст] / И.В. Кононенко, Е.В. Емельянова, А.И. Грицай // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2007. — №2/6 (26). — С. 35–40.

125. Кононенко, И.В. Математическая модель и метод минимизации затрат по проекту при ограничениях на сроки выполнения работ [Текст] / И.В. Кононенко, Е.В. Емельянова // Вестник Нац. техн. ун-та «ХПИ»: сб. науч. тр. — Харьков, 2009. — № 4. — С. 46–53.

126. Кононенко, И.В. Математическая модель и метод оптимизации содержания проекта с точки зрения времени и стоимости его выполнения [Текст] / И.В. Кононенко, В.А. Мироненко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — №1/2 (43). — С. 12–17.

127. Кононенко, И.В. Двухкритериальная оптимизация содержания проекта при ограничениях на качество продукта [Текст] / И. В. Кононенко, И.В. Протасов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — №5/4 (47). — С. 57–60.

128. Коптев, А.В. Мониторинг энергоэффективности [Текст] / А.В. Коптев, Б.Е. Ратников, А.В. Чазов // Управление энергосбережением. — Екатеринбург: УГТУ-УПИ. — 1997. — С. 15–24.

129. Коптев, А.В. Мониторинг энергоэффективности производства на промышленных предприятиях [Текст] / А.В. Коптев // Безопасность, подготовка кадров и экологические проблемы ядерной энергетики: тезисы докл. междунар. конф. — Екатеринбург: УрО РАН, 1997. — С. 109–110.

130. Краснянский, М. Энергосбережение — важнейшее направление экономической и экологической политики [Текст] / М. Краснянский // Погляд громадськості: Екологічна політика в Україні: матеріали I Всеукр. конф. екол. громадськості, Київ, 15–16 грудня 2000 р. — Київ: Інфотерра, 2001. — С. 142–148.

131. Креативные технологии управления проектами и программами [Текст]: моногр. / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, И.А. Бабаев и др. — Київ: Саммит-Книга, 2010. — 768 с.

132. Крылов, Э.И. Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятия [Текст]: учеб. пособие / Э.И. Крылов, В.М. Власова, И.В. Журавкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 608 с.

133. Латкин, М.А. Системная модель управления проектами предприятия [Текст] / М.А. Латкин, Ю.Л. Прончаков, Олуреми Аекунле Фашаде // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. — 2009. — № 4 (38). — С. 126–130.

134. Латкин, М.А. Оценка длительности и стоимости проектов с учетом негативного воздействия рисков [Текст] / М.А. Латкин, В.М. Илюшко // Авиационно-космическая техника и технология. — 2008. — № 3 (50). — С. 94–98.

135. Лир, В. Энергетический баланс Украины — уравнение из неизвестных. Организационно-методологические аспекты разработки и экономического анализа сводного энергетического баланса Украины [Электронный ресурс] / В. Лир // Электронный журнал Энергосервисной компании «Экологические системы». — 2005. — № 12. — Режим доступа к журналу: <http://epu.kiev.ua>.

136. Лір, В.Е. Енергетична ефективність економіки України [Текст] / В.Е. Лір // Економіст. — 2000. — № 9. — С. 61–63.

137. Логовский, К.В. Энергетическая инфраструктура региона. Планирование и организация управления [Текст] / К.В. Логовский. — Минск: Навука і тэхніка, 1990. — 103 с.

138. Лопатенко, Г.С. Рентабельность промышленного производства и факторы ее роста [Текст] / Г.С. Лопатенко // Вестник Харьк. ун-та. — 1986. — № 295. — С. 95–98.

139. Лукичева, Л.И. Управленческие решения [Текст] / Л.И. Лукичева, Д.Н. Егорычев. — М.: Омега-Л, 2009 — 383 с.

140. Лыкин, А.В. Электрические системы и сети [Текст]: учеб. пособие / А.В. Лыкин. — М.: Университетская книга; Логос, 2008. — 254 с.

141. Мазур, И.И. Управление проектами [Текст]: Справ. пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро и др. — М.: Высшая школа. — 2001. — 875 с.

142. Макогон, Ю.В. Некоторые аспекты реализации политики энергосбережения в Украине [Текст]: моногр. / Ю.В. Макогон, Г.Е. Куденко, Д.С. Кадермеева и др.; под ред. Ю.В. Макогона. — Донецк: ДонНТУ–ДонФНИСИ, 2006. — 200 с.

143. Малеева, О.В. Выбор методов прогнозирования и технико-экономической оценки нововведения на различных стадиях инновационного проектирования [Текст] / О.В. Малеева, О.В. Максименко // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. — 2003. — № 38 (3). — С. 140–146.

144. Маляренко, В.А. Энергетика, довкілля, енергозбереження [Текст]: моногр. / В.А. Маляренко, Л.В. Лисак; за ред. проф. В.А. Маляренка. — Харків: Рубікон, 2004. — 368 с.

145. Марголин, Е. Методика обработки данных экспертного опроса [Текст] / Е. Марголин // *Полиграфия*. — 2006. — № 5. — С. 14–16.

146. Маркушевич, Н.С. Автоматизированная система диспетчерского управления [Текст] / Н.С. Маркушевич. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 146 с.

147. Маркушевич, Н.С. Управление энергосистемой в режиме реального времени [Текст] / Н.С. Маркушевич. — Рига: ЛатНИИНТИ, 1983. — 83 с.

148. Мескон, М.Х. Основы менеджмента [Текст] / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. — М.: Дело, 2002. — 702 с.

149. Механизмы управления проектами и программами регионального и отраслевого развития [Текст]: моногр. / В.Н.Бурков, В.С.Блинцов, А.М. Возный, С. К. Чернов и др. — Николаев: Изд-во Торубара О.С., 2010. — 176 с.

150. Милошевич, Д.З. Набор инструментов для управления проектами [Текст] / Д.З. Милошевич. — М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2008. — 729 с.

151. Михненко П. Секреты эффективных бизнес-решений [Текст] / П. Михненко. — М.: NTPress, 2007. — 288 с.

152. Аналіз стану електроенергетичної галузі України за період 2010–2011 роки [Електронний ресурс] // Національна акціонерна компанія «Енергетична компанія України». — Режим доступу: www.esu.gov.ua.

153. Недосекин, А.О. Финансовый менеджмент на нечетких множествах [Текст] / А.О. Недосекин // Аудит и финансовый анализ. — 2003. — 163 с.

154. Некрасов, А.С. Управление энергетикой предприятия [Текст] / А.С. Некрасов, Ю.В. Синяк. — М.: Энергия, 1979. — 296 с.

155. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта [Текст] / под ред. Поспелова Д.А. — М.: Наука, 1986. — 306 с.

156. Нивен, П.Р. Сбалансированная Система Показателей — шаг за шагом: Максимальное повышение эффективности и закрепление полученных результатов [Текст] / П.Р. Нивен. — Днепропетровск: Баланс-Клуб, 2003. — 328 с.

157. Об определении приоритетных направлений энергосбережения: приказ М-ва финансов Украины от 4 июля 2006 года № 631 [Текст] // Официальный вестник Украины. — 2006. — № 31. — Ст. 2254.

158. Олейников, В.А. Основы оптимального и экстремального управления [Текст]: учеб. пос. / В.А. Олейников, Н.С. Зотов, А.М. Пришвин. — М.: Высшая школа, 1969. — 296 с.

159. Оптимальное управление [Текст] / М. Атанс, П. Фалб; пер. с англ. Г.И. Алексакова; под ред. Ю.И. Топчиева. — М.: Машиностроение, 1969. — 764 с.

160. Организация, планирование и управление деятельностью промышленных предприятий [Текст] / под ред. С.Е. Каменицера, Ф.Ф. Русинова. — М.: Высшая школа, 1984.

161. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование. Теория принятия решений [Текст] / А.И. Орлов. — М.: КноРус, 2011. — 568 с.

162. Осадчий, Г.Ф. Опыт планирования и нормирования ремонта энергетического оборудования [Текст] / Г.Ф. Осадчий // Промышленная энергетика. — 1974. — № 6. — С. 18–20.

163. Основные положения и методология мониторинга и индикативного анализа энергетической безопасности России и ее регионов [Текст] / Н.И. Воропай [и др.]. — Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 1998. — 60 с.

164. Основы современной энергетики: в 2 ч. [Текст] / под общ. ред. чл.-кор. РАН Е.В. Аметистова. — М.: Изд-во МЭИ, 2002.

165. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование [Текст]. — Введ. 1992-01-01. — Киев: Госстрой СССР, 1991.

166. ДСТУ 4714:2007. Паливно-енергетичні баланси промислових підприємств. Методика побудови та аналізу [Текст]. — Чинний від 2007-07-01. — Київ: Держспожив-стандарт України, 2007.

167. Петров, А.Ю. Интегральная методика оценки коммерческого потенциала инвестиционного продукта [Текст] / А.Ю. Петров. — М.: Московский печатник, 2010. — 23 с.

168. Подлесская, Д.А. Энергосбережение на предприятии: состояние и пути снижения энергоемкости производства (на примере ОАО «МПОВТ») [Текст] / Д.А. Подлесская // Человек, психология, экономика, право, управление: проблемы и перспективы: материалы XIV Междунар. науч. конф., Минск, 19 мая 2011 г. — Минск, 2011. — С. 32.

169. Пономаренко, Л.А. Проектна реалізація стратегій управління підприємствами енергоємних галузей [Текст] / Л.А. Пономаренко, С.В. Цюцюра // Збірник наукових праць Нац. ун-ту кораблебудування. — 2006. — Вип. 5 (410). — С. 3–11.

170. Пономаренко, Л.А. Стратегія управління проектами енергозбереження та реінжинірингу енергоємних виробництв промисловості / Л.А. Пономаренко, С.В. Цюцюра // Проблеми підвищення ефективності інфраструктури: зб. наук. праць. — 2007. — Вип. 14. — С. 40 — 44.

171. Правила користування електричною енергією: [Текст] постанова НКРЕ від 25 грудня 2008 року № 1449.

172. Правила устройства электроустановок [Текст] / Минэнерго СССР. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 648 с.

173. Практическое руководство по повышению энергоэффективности муниципальных систем [Текст] / под ред. А.С. Копеца, Р.В. Кишканя. — Донецк, 2007. — 204 с.

174. Прикладные нечеткие системы [Текст] / под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено. — М.: Мир, 1993. — 414 с.

175. Про електроенергетику [Текст]: закон України від 16 жовтня 1997 року № 575/97-ВР, остання редакція від 25.04.2009 на підставі 1164-17 // Відомості Верховної Ради України (ВВР). — 1998. — № 1. — Ст. 1.

176. Про енергозбереження [Текст]: закон України, остання редакція від 01.01.2008 на підставі 760-16 // Відомості Верховної Ради України (ВВР) — 1994. — № 30. — С. 283.

177. Про підсумки соціально-економічного розвитку області у 2008 році та завдання на 2009 рік: матеріали до доповіді першого заст. голови облдержадміністрації Харківської області В.М. Бабаєва на загальнообласних зборах адміністративно-господарського активу з питання 11.03.2009 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.kharkivoda.gov.ua>.

178. ГОСТ Р 54870-2011. Проектный менеджмент. Требования к управлению портфелем проектов [Текст]. — Введ. 2012-09-01. — М.: Федеральное агентство по техрегулир. и метрологии РФ, 2011.

179. ГОСТ Р 54871-2011. Проектный менеджмент. Требования к управлению программой [Текст]. — Введ. 2012-09-01. — М.: Федеральное агентство по техрегулир. и метрологии РФ, 2011.

180. ГОСТ Р 54869-2011. Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом [Текст]. — Введ. 2012-09-01. — М.: Федеральное агентство по техрегулир. и метрологии РФ, 2011.

181. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник [Текст] / под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — Т. 4. — 588 с.

182. Пухов, Г.Е. Статистические эквиваленты электрических систем для управления в реальном режиме [Текст] / Г.Е. Пухов, Ю.В. Щербина, Н.А. Качанова // Электронное моделирование. — 1983. — № 4. — С. 23–25.

183. Раскин, Л.Г. Формирование скалярного критерия предпочтения по результатам попарных сравнений объектов [Текст] / Л.Г. Раскин, О.В. Серая // Вестник Нац. техн. ун-та «ХПИ»: сб. науч. тр.; Системный анализ, управление и информационные технологии: тематический выпуск. — 2003. — № 6, Т. 1. — С. 63–68.

184. Рассел, Д.А. Управление высокотехнологичными программами и проектами — Managing High Technology Programs and Projects [Текст] / А.Д. Рассел. — М.: Академия АйТи, 2004. — 472 с.

185. Растригин, Л.А. Адаптация сложных систем [Текст] / Л.А. Растригин. — Рига: Зинатне, 1981. — 375 с.

186. Рач, В.А. К построению моделей проектного менеджмента [Текст] / В.А. Рач // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2000. — № 2 (2). — С. 18–23.

187. Рач, В.А. Модель определения рациональной роли члена команды проекта [Текст] / В.А. Рач, Г.С. Черепаха // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2003. — № 2 (7). — С. 70–79.

188. Рач, В.А. О методичных подходах к разработке стратегий [Текст] / В.А. Рач // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2001. — № 1 (3). — С. 11–16.

189. Рач, В.А. Об одном подходе к построению структуры знаний по управлению проектами [Текст] / В.А. Рач, О.Ю. Россошанский // Вісник Східноукр. держ. ун-ту. — 1998. — № 6. — С. 23–27.

190. Рач, В.А. Особенности взаимодействия руководителя и команды на различных этапах проекта [Текст] / В.А. Рач, С.В. Антоненко, Г.С. Черепаха // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. — 2004. — № 1 (9). — С. 160–170.

191. Рач, В.А. Принципы системного подхода в проектном менеджменте [Текст] / В.А. Рач // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. — 2000. — № 1 (1). — С. 7–9.

192. Рогова, Е.М. Управление рисками инновационных инвестиционных проектов [Текст]: учеб. пособие / Е.М. Рогова. — СПб.: Изд-во Санкт-Петерб. гос. ун-та экономики и финансов, 2001. — 75 с.

193. Рыбак, А.И. Нейросетевые технологии оптимизации проектов [Текст] / А.И. Рыбак, А.Г. Буслаев // Управление проектами и программами. — 2009. — № 1 (17). — С. 14–19.

194. Рибак, А.І. Роль лідерських якостей при управлінні командою в проектній діяльності [Текст] / А.І. Рибак, В.В. Каплієнко, О.А. Олешко, О.А. Целовальнікова // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2010. — № 1/2 (43). — С. 25–27.

195. Рибак, А.І. Концептуальна модель організаційної досконалості управління [Текст] / А.І. Рибак, О.А. Олешко, Е.А. Целовальнікова // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2011. — №1/7 (49). — С. 63–65.

196. Саати, Т. Принятие решений — метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. — М.: Радио и связь, 1993. — 314 с.

197. Самсонов, В.С. Экономика предприятий энергетического комплекса [Текст]: учеб. для вузов / В.С. Самсонов, М.А. Вяткин. — М.: Высшая школа, 2001. — 416 с.

198. Самсонова, М.В. Технология и методы коллективного решения проблем [Текст]: учеб. пособие / М.В. Самсонова, В.В. Ефимов. — Ульяновск: УлГТУ, 2003. — 152 с.

199. Сапрыкин, В. О Концепции государственной энергетической политики Украины на период до 2020 года [Текст] / В.О. Сапрыкин // Зеркало недели. — 2011. — № 8, апрель. — С. 1–4.

200. Саридис, Дж. Самоорганизующиеся стохастические системы управления [Текст] / Дж. Саридис. — М.: Наука, 1980. — 400 с.

201. Саркиджан, Г.А. Аппаратура связи для передачи информации в энергетических системах [Текст] / Г.А. Саркиджан, А.Н. Низовой, В.А. Прахин, В.Н. Назаров // Проблемы теории и практики в инженерных исследованиях: сб. науч. тр. — М., 2000. — 94 с.

202. Семенов, В.Т. Совершенствование управления устойчивым развитием крупных городов [Текст] / В.Т. Семенов, М.К. Сухонос, З.В. Гончарова // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. — Киев, 2009. — Вып. 86. — С. 394–400.

203. Синицын, С.А. Организация системы энергонебезопасности на предприятии [Электронный ресурс] / С.А. Синицын, В.И. Бабич // Энергобезопасность и энергосбережение. — 2011. — № 6. — Режим доступа к журналу: <http://www.endf.ru>.

204. Синягин, Н.Н. Еще раз о системе ППР энергетического оборудования и сетей [Текст] / Н.Н. Синягин // Промышленная энергетика. — 1976. — № 5. — С. 17–19.

205. Синягин, Н.Н. Система планово-предупредительного ремонта оборудования и сетей промышленной энергетики [Текст] / Н.Н. Синягин, Н.А. Афанасьев, С.А. Новиков. — М.: Энергия, 1978. — 406 с.

206. Советский энциклопедический словарь [Текст] / гл. ред. А.М. Прохоров. — 4-изд. — М.: Сов. энциклопедия, 1989. — 1405 с.

207. Ставнічук, К. Енергоефективність у ЖКГ України: досягнення і проблеми [Електронний ресурс] / К. Ставнічук // Енергозбереження. — 2012. — № 2. — Режим доступу до журналу: <http://saee.gov.ua>.

208. Стандарт расчета потенциала энергосбережения // Некоммерческое партнерство «Союз энергоаудиторов». — М., 2010. — 27 с.

209. Сухонос, М.К. Алгоритм вибору сукупності проектів до програми стабілізації діяльності комунальних підприємств з водопостачання та водовідведення [Текст] / М.К. Сухонос, А.Ю. Старостіна // Актуальні питання теорії та практики менеджменту: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених. — Луганськ, 2012. — С. 62–64.

210. Сухонос, М.К. Анализ методов управления стратегией программы развития коммунального предприятия [Текст] / М.К. Сухонос, А.Ю. Старостина // Сучасні інформаційні технології в економіці та управлінні підприємствами, програмами та проектами: тези доп. IX Міжнар. наук.-практ. конф. — Харьков, 2011. — С. 228–230.

211. Сухонос, М.К. Анализ инструментария управления портфелем энергосберегающих проектов [Текст] / М.К. Сухонос // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. — Киев, 2010. — Вып. 95. — С. 283–286.

212. Сухонос, М.К. Совершенствование системы управления энергосбережением на предприятии [Текст] / М.К. Сухонос // Стратегії інноваційного розвитку економіки: Бізнес, Наука, Освіта: зб. матеріалів II Міжнар. наук.-практ. конф. — Харків, 2010. — С. 413–415.

213. Сухонос, М.К. Применение современных методологий управления проектами и программами развития энергоинфраструктуры предприятий [Текст] / М.К. Сухонос, А.Ю. Старостина // Управління проектами у розвитку суспільства: тези доп. VII Міжнар. конф. — Київ, 2010. — С. 195–196.

214. Сухонос, М.К. Определение инструментария управления реализацией основных направлений стратегии развития энергоинфраструктуры предприятия [Текст] / М.К. Сухонос // Вісник Харк. нац. техн. ун-ту сільського госп-ва ім. Петра Василенка: зб. наук. праць. — Харьков, 2010. — Вип. 102. — С. 34–35.

215. Сухонос, М.К. Використання інноваційних систем управління при формуванні програми розвитку систем енергоспоживання підприємств комунальної сфери [Текст] / М.К. Сухонос, А.Ю. Старостина // Енергосбережение. Енергетика. Енергоаудит. — Харьков, 2010. — № 3 (73). — С. 32–35.

216. Сухонос, М.К. Використання програмного забезпечення в управлінні ризиками інноваційних проектів у системі житлово-комунального господарства України [Текст] / М.К. Сухонос, О.М. Угоднікова // Управлінські інновації: теорія та практика: зб. тез доп. Всеукр. наук.-практ. конф. — Тернопіль, 2011. — С. 192–194.

217. Сухонос, М.К. Внедрение механизмов управления проектами в практику работы теплоснабжающих предприятий (на примере КП «Харьковские тепловые сети») [Текст] / М.К. Сухонос // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — Харьков, 2008. — № 12 (58). — С. 63–70.

218. Сухонос, М.К. Энергосберегающие мероприятия в системах водоснабжения и канализации [Текст] / М.К. Сухонос // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — Харьков, 2009. — № 8 (66). — С. 55–62.

219. Сухонос, М.К. Застосування ціннісного підходу при формуванні програми стабілізації комунальних підприємств з водопостачання та водовідведення [Текст] / М.К. Сухонос, І.А. Ачкасов, А.Ю. Старостіна // Сталій розвиток міст. Управління проектами і програмами міського і регіонального розвитку: матеріали IX Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. — Харків, 2012. — С. 35–36.

220. Сухонос, М.К. Инновационно-технологический прорыв в энергосбережении жилищно-коммунального хозяйства городов [Текст] / М.К. Сухонос // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — Харьков, 2009. — № 3 (61). — С. 55–59.

221. Сухонос, М.К. Концептуальные положения формирования оптимального портфеля энергоинфраструктурных проектов [Текст] / М.К. Сухонос // Управління проектами у розвитку суспільства: матеріали IX Міжнар. конф. — Київ, 2012. — С. 209–211.

222. Сухонос, М.К. Менеджмент качества как инструмент повышения эффективности реализации энергосберегающих проектов коммунальных предприятий [Текст] / М.К. Сухонос // АЛЪЯНС наук: ученый ученому: зб. наук. праць IV Міжнар. наук.-практ. конф. — Дніпропетровськ, 2009. — Т. 1. — С. 107–111.

223. Сухонос, М.К. Методологічні аспекти профілювання місії програм розвитку комунальних підприємств [Текст] / М.К. Сухонос, А.Ю. Старостіна // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2011. — № 3/3(51). — С. 65-67.

224. Сухонос, М.К. Методологічні аспекти формування програм розвитку комунальних підприємств з водопостачання та водовідведення [Текст] / М.К. Сухонос, А.Ю. Старостіна // Актуальні питання теорії та практики менеджменту: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених. — Луганськ, 2011. — С. 97–98.

225. Сухонос, М.К. Механизм формирования исходного множества энергоинфраструктурных проектных инициатив [Текст] / М.К. Сухонос // Проблемы, перспективы та нормативно-правове забезпечення енерго-, ресурсозбереження в житлово-комунальному господарстві: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. — Алушта, 2012. — С. 176–177.

226. Сухонос, М.К. Модель и методика первоначального отбора энергоинфраструктурных проектных инициатив [Текст] / М.К. Сухонос // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — № 2/10 (56). — С. 30–33.

227. Сухонос, М.К. Модель формирования инвестиционных приоритетов проектов систем энергообеспечения городов [Текст] / М.К. Сухонос // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. — Киев, 2008. — Вып. 81. — С. 242–248.

228. Сухонос, М.К. Модель формирования инвестиционных приоритетов проектов систем энергообеспечения городов [Текст] / М.К. Сухонос // Устойчивое развитие городов. Управление проектами и программами городского и регионального развития: материалы VI Междунар. науч.-практ. интернет-конф. — Харьков: ХНАМГ, 2008. — С. 216.

229. Сухонос, М.К. Общие принципы формирования и внедрения системы управления энергосберегающими проектами на предприятии: [Электронный ресурс] / М.К. Сухонос // Управление проектами 2010 с минимальными затратами: материалы Междунар. онлайн-конф., Москва. — Режим доступа: http://pmpofy.datafort.ru/file_conf/25_03_2010_4_04_Sukhonos.

230. Сухонос, М.К. Особенности обследования (энергоаудита) систем водоснабжения и канализации. Мониторинг водопотребления и водоотведения [Текст] / М.К. Сухонос // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — 2010. — № 5 (75). — С. 54–58.

231. Сухонос, М.К. Особенности проведения энергетических обследований источников тепловой энергии и систем теплоснабжения [Текст] / М.К. Сухонос // Вісник Харк. нац. техн. ун-ту сільського госп-ва ім. Петра Василенка: зб. наук. праць. — Вип. 87. — Х., 2009. — С. 13–16.

232. Сухонос, М.К. Офис управления портфелем — организационный базис энергосберегающей деятельности предприятия [Текст] / М.К. Сухонос // Сучасні інформаційні технології в економіці і управлінні підприємствами, програмами і проектами: зб. тез VIII Міжнар. науково-практ. конф. — Алушта, 2010. — С. 144–146.

233. Сухонос, М.К. Переваги та недоліки застосування методу дерева рішень для управління ризиками інноваційних проектів у системі житлово-комунального господарства [Текст] / М.К. Сухонос, О.І. Угоднікова // Управління проектами у розвитку суспільства: тези доп. VIII Міжнар. конф. — Київ, 2011. — С. 221–223.

234. Сухонос, М.К. Проблемы управления развитием энергетической инфраструктуры предприятия [Текст]: моногр. // М.К. Сухонос. — Харьков: Изд-во «Форт», 2012. — 174 с.

235. Сухонос, М.К. Разработка системы оценки энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятия [Текст] / М.К. Сухонос // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — Харьков, 2011. — № 4 (86). — С. 16–21.

236. Сухонос, М.К. Решение экологических задач региона с применением методологии Project management [Текст] / М.К. Сухонос, А.Г. Райгородецкая // Управління проектами у розвитку суспільства: тези доп. VIII Міжнар. конф. — Киев, 2011. — С. 220–221.

237. Сухонос, М.К. Розробка архітектури програми стабілізації комунального підприємства з водопостачання та водовідведення [Текст] / М.К. Сухонос, А.Ю. Старостіна // Інновації та трансфер технологій: від ідеї до прибутку: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., 4–6 квітня 2012 р. — Дніпропетровськ, 2012. — С. 169–171.

238. Сухонос, М.К. Разработка методики формирования региональных программ энергосбережения и оценка эффективности их выполнения [Текст] / М.К. Сухонос // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — 2010. — № 1 (71). — С. 19–24.

239. Сухонос, М.К. Система показателей энергоэффективности энергоинфраструктуры предприятия [Текст] / М.К. Сухонос // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — Харьков, 2011. — № 7(89). — С. 25–34.

240. Сухонос, М.К. Стратегическая планификация и проектный менеджмент как концептуальный базис развития энергоинфраструктуры предприятия [Текст] / М.К. Сухонос // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — № 5/8 (53). — С. 22–25.

241. Сухонос, М.К. Типовые меры энергосбережения в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и оценки энергосберегающих эффектов [Текст] / М.К. Сухонос // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. тр. — Днепропетровск, 2009. — Вып. 50. — С. 560–568.

242. Сухонос, М.К. Усовершенствование управленческих механизмов реализации стратегии энергосбережения на предприятиях [Текст] / М.К. Сухонос // Науковий вісник Ужгород. ун-ту. — 2009. — Спецвыпуск 28. — Ч. II. — С. 162–167.

243. Сухонос, М.К. Формирование концептуальных предпосылок создания портфеля энергоинфраструктурных проектов [Текст] / М.К. Сухонос // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. — Харьков, 2012. — Вип. 103. — С. 507–513.

244. Сухонос, М.К. Формирование ментального пространства в программах развития коммунальных предприятий [Текст] / М.К. Сухонос, А.Ю. Старостина // Управління проектами у розвитку суспільства: тези доп. VIII Міжнар. конф. — Киев, 2011. — С. 218–219.

245. Сухонос М.К. Формирование эффективной системы управления развитием энергетической инфраструктуры предприятия / М.К. Сухонос // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. — Миколаїв, 2012. — С. 193–195.

246. Сухонос, М.К. Ціннісний підхід до формування програм розвитку комунальних підприємств [Текст] / М.К. Сухонос, А.Ю. Старостіна // Проблеми формування та розвитку інноваційної інфраструктури: тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф. — Львів, 2011. — С. 373–375.

247. Сухонос, М.К. Модель первоначального отбора энергосберегающих проектов по критерию соответствия стратегическим целям [Текст] / М.К. Сухонос // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — № 1/6 (49). — С. 33–35.

248. Сухонос, М.К. Модели и методы отбора энергоинфраструктурных проектов для формирования портфеля [Электронный ресурс] / М.К. Сухонос. — Режим доступа или URb: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/urss/2012_11/46-52.pdf. — Дата захода на сайт — 01.11.2012.

249. Теория статистики [Текст] / под. ред. Г.Л. Громыко. — М.: ИНФРА-М, 2009. — 476 с.

250. Тесля, Ю.Н. Концептуальные основы информационной теории проектов [Текст] / Ю.Н. Тесля // Вестник ЧДТУ. — 2002. — № 4. — С. 69–74.

251. Товб, А.С. Управление проектами: стандарты, методы, опыт [Текст] / А.С. Товб, Г.Л. Ципес. — М.: Олимп-Бизнес, 2005. — 239 с.

252. Троицкий-Марков, Т.Е. Принципы построения системы мониторинга энергоэффективности [Текст] / Т.Е. Троицкий-Марков, Д.В. Сенновский // Мониторинг. Наука и безопасность: НПО «Диагностика и анализ риска». — М., 2011. — С. 34–39.

253. Трусов, А. Главный фактор повышения рентабельности производства [Текст] / А. Трусов // Плановое хозяйство. — 1988. — № 2. — С. 24–30.

254. Тюкин, И.Ю. Адаптация в нелинейных динамических системах [Текст] / И.Ю. Тюкин, В.А. Терехов. — СПб.: ЛКИ, 2008. — 384 с.

255. Тянь, Р.Б. Проблемы управления энергопотреблением и энергосбережением на предприятиях [Текст]: моногр. / Р.Б. Тянь, М.К. Сухонос. — Харьков: Изд-во «Форт», 2010. — 296 с.

256. Тян, Р.Б. Формирование оптимального портфеля энергосберегающих проектов [Текст] / Р.Б. Тян, М.К. Сухонос // Устойчивое развитие городов. Управление проектами и программами городского и регионального развития: материалы VIII Междунар. научн.-практ. конф — Харьков, 2010. — С. 131–132.

257. Уланов, Г.М. Методы разработки интегрированных АСУ промышленными предприятиями [Текст] / Г.М. Уланов, Р.А. Алиев, В.П. Кривошеев. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 320 с.

258. Управление инвестициями [Текст] / под ред. В.В. Шеремета, В.М. Павлюченко, В.Д. Шапиро. — М.: Высшая школа, 1998. — Т. 1, 2.

259. Управление инновациями: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации» [Текст] / В.Н. Гунин, В.П. Баранчеев, В.А. Устинов и др. — М.: ИНФРА-М, 2000. — 272 с.

260. Управление проектами: основы профессиональных знаний. Национальные требования к компетентности специалистов [Текст] / под ред. В.И. Воропаева. — М.: СОВНЕТ, Кубс Групп, 2001. — 265 с.

261. Фатхутдинов, Р. К достижению эффективного воспроизводства [Текст] / Р. Фатхутдинов // Плановое хозяйство. — 1990. — № 6. — С. 90–91.

262. Федоров, А.А. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети [Текст] / А.А. Федоров, Г.В. Сербиновский. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергия, 1980. — 624 с.

263. Фельдбаум, А.А. Методы теории автоматического управления. [Текст] / А.А. Фельдбаум, А.Г. Бутковский. — М.: Гл. ред. физ.-мат. лит-ры изд-ва «Наука», 1971. — 744 с.

264. Фельдбаум, А.А. Теория дуального управления I [Текст] / А.А. Фельдбаум // Автоматика и телемеханика. — 1960. — Т. XXI, № 9. — С. 1240–1249.

265. Фельдбаум, А.А. Теория дуального управления II [Текст] / А.А. Фельдбаум // Автоматика и телемеханика. — 1960. — Т. XXI, № 11. — С. 1453–1464.

266. Фельдбаум, А.А. Теория дуального управления III [Текст] / А.А. Фельдбаум // Автоматика и телемеханика. — 1961. — Т. XXII, № 1. — С. 3–16.

267. Фельдбаум, А.А. Теория дуального управления IV [Текст] / А.А. Фельдбаум // Автоматика и телемеханика. — 1961. — Т. XXII, № 2. — С. 129–142.

268. Физический энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия, 1983.

269. Богатырев Л. Л. Формирование пороговых значений индикаторов энергетической безопасности [Текст] / Л.Л. Богатырев и др. // Проблемы развития и функционирования электроэнергетических систем. — Екатеринбург, 2000. — № 2. — С. 176–179.

270. Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) [Текст] / Дж. Форрестер. — М., 1971. — С. 18.

271. Ципес, Г.Л. Менеджмент проектов в практике современной компании [Текст] / Г.Л. Ципес, А.С. Товб. — М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2006. — 304 с.

272. Цыпкин, Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах [Текст] / Я.З. Цыпкин. — М.: Гл. ред. физ.-мат. лит-ры изд-ва «Наука», 1968. — 400 с.

273. Цюцюра, С.В. Системний аналіз створення інформаційно-інтегрованих систем управління підприємствами енергоємних галузей [Текст] / С.В. Цюцюра, В.Д. Цюцюра, О.В. Криворучко // Автоматизація виробничих процесів. — 2005. — № 2 (21). — С. 49–52.

274. Чаки, Ф. Современная теория управления. Нелинейные, оптимальные и адаптивные системы [Текст]: пер. с англ. В.В. Капитоненко и др. — М.: Мир, 1975. — 422 с.

275. Чернов, С.К. Модели, методы и алгоритмическое обеспечение проектов и программ развития наукоемких производств [Текст]: монография. / С.К. Чернов. — Николаев, 2009. — 194 с.

276. Чернов, С.К. Управління проектами та програмами [Текст]: підручник / С.К. Чернов. — Миколаїв, 2010. — 352 с.

277. Чернухин, А.А. Методы определения эффективности производства, общей и сравнительной эффективности капиталовложений в энергетике [Текст] / А.А. Чернухин. — М.: Информэнерго, 1987. — 46 с.

278. Чураков, Е.П. Оптимальные и адаптивные системы [Текст]: учеб. пособие / Е.П. Чураков. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 254 с.

279. Шевченко, С.А. Выбор комплекта допечатного оборудования, отвечающего заданным условиям [Текст] / С.А. Шевченко, Ю.Н. Самарин // Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2006. — №4. — С. 3–12.

280. Шульце, К.-П. Инженерный анализ адаптивных систем [Текст] / К.-П. Шульце, К.-Ю. Реберг. — М.: Мир, 1992.

281. Экономика энергетики [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Д. Рогалев, А.Г. Зубкова, И.В. Мастерова и др.; под ред. Н.Д. Рогалева. — М.: Издательство МЭИ, 2005. — 288 с.

282. Экономия энергии в промышленности [Текст]: учеб. пособие / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов; Нижегород. гос. техн. ун-т. — Н. Новгород: НИЦЭ, 1998. — 220 с.

283. Энергетические проблемы постсоветского пространства в зеркале общественного мнения (апрель 2007) НП «Международное Исследовательское Агентство «Евразий-

ский Монитор» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.eurasiamonitor.org/rus/research/event-59.html>.

284. Эффективность использования топливно-энергетических ресурсов, состояние дел и задачи на 2007 год [Текст] / О.В. Котляр, В.М. Тимошенко, О.А. Багмет, И.М. Зайцев // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — 2007. — № 3. — С. 91–93.

285. Юревич, Е.И. Теория автоматического управления [Текст] / Е.И. Юревич. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 560 с.

286. The American National Standard ANSI. PMI 99-001-2004. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide) [Text]. — 3rd ed.

287. Bushuyev, S.D. Development Project Management Capacity in the Transition Economy of Ukraine [Text] / S.D. Bushuyev, N.S. Bushuyeva // Proceedings of 14th IPMA World Congress. — Ljubljana, June 1998. — P. 187–191.

288. Bushuyev, S.D. Management of Medium-size Projects Portfolio [Text] / S.D. Bushuyev // Managing and Modeling Complex Projects; Ed. by T. Williams. — NATO ASI Series. — Vol. 17. — P. 241–252.

289. Bushuyev, S.D. Proactive Technology for Managing of Organization Development Program [Text] / S.D. Bushuyev, N.S. Bushuyeva // Proceeding of 21th IPMA World Congresses. Project Management Essential Reality for Business and Government. — Cracow, Poland, 2007. — P. 473–479.

290. Charvat, J. Project Management Methodologies — Selecting, Implementing, and Supporting Methodologies and Processes for Projects [Text]. — John Wiley & Sons, 2003. — 264 p.

291. CMMISM for System Engineering [Text] / Software Engineering, Version 1.02 (2000). — Carnegie Mellon Software Engineering Institute. — 96 p.

292. Drucker, P.F. The Theory of the Business [Text] / P.F. Drucker // Harvard Business Review. — 1994. — Sept.-Oct. — P. 95–104.

293. Dworatshek, S. Project Management in the new Europe / S. Dworatshek, G. Rucher [Text] // Prag. Proceeding of the International Seminar, April, 20–21, 1993: International Project Management Association. — 12 p.

294. Energy Policies of IEA Countries [Text]. — Denmark-2011 Review. — 158 p., ISBN 978-92-64-09820-6.

295. ICB-IPMA Competence Baseline. Version 2.0. IPMA Edition Committee [Text]: G. Caupin, P. Morris, E. Motzel, O. Pannenbacker. — Bremen: Eigenverlag, 1999. — 112 p.

296. Gartner, Inc. Market Share: Project and Portfolio Management Software, Worldwide (Executive Summary). — Jul., 2005.

297. Kerzner, H. Strategic Planning for Project Management Using a Project Management Maturity Model (2001) [Text]. — John Wiley & Sons Inc. — 212 p.

298. MIL-STD-498. Military Standard Software Development and Documentation [Text]. — 5 December 1994. — AMSC No. N7069. — 76 p.

299. Molodchenko, T. Project Approach to Real Estate Maintenance Management [Text] / T. Molodchenko, V. Melman, N. Matvieieva, M. Sukhonos // TRANSCOM 2009: 8-th European Conference of Young Research and Scientific Workers: Proceedings, Section 2, Part 2. — Zilina, Slovak Republic, June 22–24, 2009. — P. 33–37.

300. Organizational Project Management Maturity Model — OPM3 [Elektronic Resource] / Режим доступа: <http://www.pmi.org>. — Дата заходу на сайт — 17.11.2012.

301. P2M. Program and Project Management Guidebook [Text] // Project Management Association of Japan, 2008. — Vol. 1. — 138 p.

302. Pannypacker, J. Justifying the Value of Project Management [Text] /J. Pannypacker. — Center for Business Practices, 2002. — 97 p.

303. PMI, Organizational Project Management Maturity Model (OPM3®). Knowledge Foundation [Text]. — 2003. — 150 p.

304. Practical tips for energy saving in the rubber processing industry [Text] // Good Practice Guide No 262, Energy Efficiency Best Practice Program, ETSU, Great Britain — Crown copyright, 1999.

305. PRINCE 2. Managing Successful Projects with PRINCE 2 [Text] // 8th impression. Office of Government Commerce. London: TSO, 2004. — 408 p.

306. Project management handbook. Applying Best Practices across Global Industries [Text] /. Ed. by D. Cleland, L. Ireland. — Mc Graw Hill, 2007 — 547 p.

307. Project Management and methods [Text] / S. Avtevic, H. Sjöholm. — Stockholm, Sweden. 2007. — 169 p.

308. Shigenobu Ohara. A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation [Text]. — Vol. II. Project Organization Design. — Project Management Association of Japan (PMAJ). 2005. — 128 p. — Режим доступа: <http://www.pmaj.or.jp>. — Дата заходу на сайт — 16.08.2012.

309. Schindler M. Harvesting project knowledge: A review of project learning methods and success factors [Text] / M. Schindler, M.J. Eppler. — International Journal of Project management. — 2003. — P. 21, 219–228.

310. Schlichter J. PMI's Organizational Project management Maturity Model [Text] / J. Schlichter. — The Project Management Group, 2001.

311. The Standard for Portfolio Management [Text]. — Project Management Institute. 2006. — 78 p.

312. The Standard for Program Management [Text]. — Project Management Institute. 2006. — 109 p.
313. Vigueirier P. The geniality of growth. McKinsy [Text] / P. Vigueirier, S. Smit, M. Baghai, M. Cavendish. — 2007. — 239 p.
314. Wang J. A fuzzy set approach for R&D portfolio selection using a real option valuation model [Text] / J. Wang, W.-L. Hwang. — Omega, 35, 2007. — P. 247–257.
315. Williams T., Learning from projects. Journal of operational research society [Text] /T. Williams. — 2003. P. 54, 443–451.
316. World Energy Outlook 2011. — Denmark-2011. — 660 p., ISBN 978-92-64-12413-4.

Наукове видання

СУХОНОС Марія Костянтинівна

**ДУАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ
ЕНЕРГОІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЕКТІВ В УМОВАХ
ДИНАМІЧНОГО ОТОЧЕННЯ**

МОНОГРАФІЯ

(рос. мовою)

Відповідальний за випуск *М. К. Сухонос*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір *О. В. Мамасва*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

Дизайн обкладинки *Т. Є. Клочко*

Підп. до друку 15.12.2015 р.	Формат 60x84/16
Друк на ризографі.	Ум. друк. арк. 25,6
Тираж 300 пр.	Зам. № 9867

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.